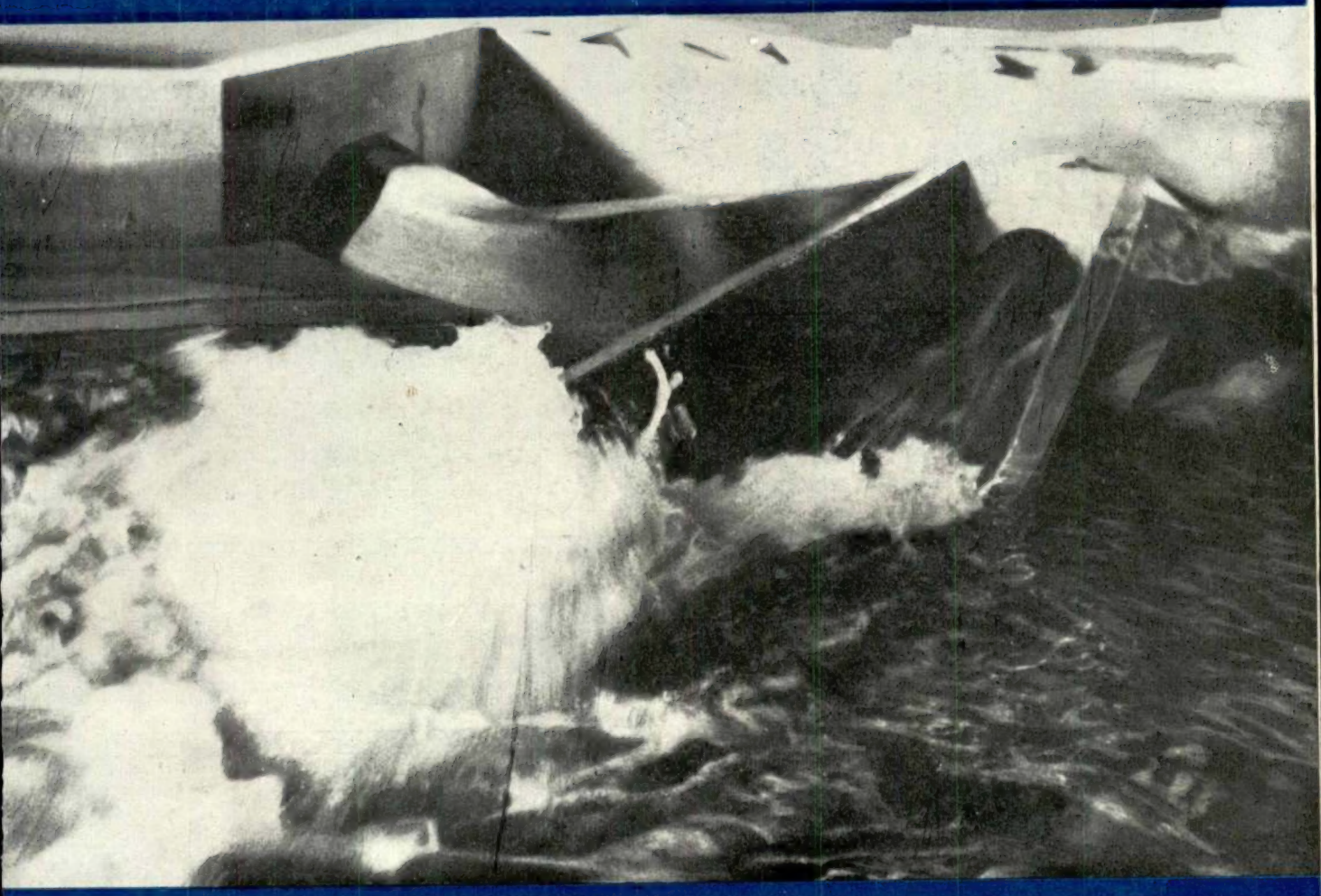
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 207 - Dezembro - 1950

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º-Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LUGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia **"CIMENTO TEJO"**

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
207
Dezembro — 1950

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
LUIZ DA CUNHA FERRAZ

ADMINISTRADOR
MANUEL AGUDO MARQUES MAIA

CORPO REDACTORIAL
AURÉLIO GALHARDO COELHO
ROGÉRIO DA TRINDADE E LIMA
CARLOS ROSMANINHO
FERNANDO FARIA

NÚMERO AVULSO 9$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	25$00	45$00	85$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	50$00	90$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

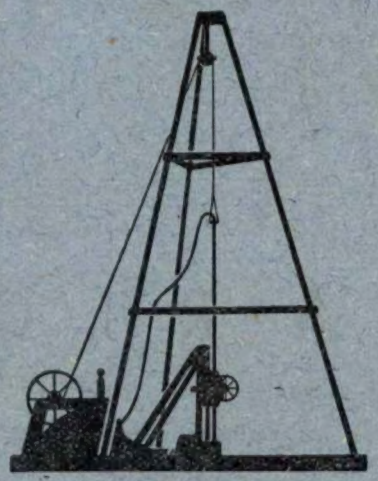
COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Estudo experimental, em modelo reduzido, dos órgãos de evacuação e segurança da barragem de Campilhas — Laboratório de Engenharia Civil.

		Págs.
Estado de evolução e tendências da química analítica . . .	Eng.º A. Herculano de Carvalho	119
Ensaios sobre modelo da Barragem de Santa Luzia	Eng.os Manuel Rocha e Laginha Serafim	127
Vida escolar e associativa . . .	. . . . .	152
O problema da habitação em Lisboa. Subsídios para o seu estudo	Eng.º Luís Guimarães Lobato	153
Um estudo dos minérios de ferro portugueses sob o ponto de vista siderúrgico	Eng.º Agostino Bargone e Eng.º Vítor Pinto Pinheiro	163
Defesa antisísmica	Abel Cardóso	171
Do Mundo Técnico	. . . . .	181
Biblioteca	. . . . .	184

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES



RODIO

As melhores referências no país e no estrangeiro

SONDAGENS RODIO, Limitada

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA

Tel. 2 8685

CIBRA

CIMENTOS PORTLAND BRANCOS

PATAIAS LUSO

Bons entre os melhores

PARA ACABAMENTOS

PEDRA ARTIFICIAL E MOSAICOS

TRABALHOS MARÍTIMOS

PISTAS E FAIXAS DE ROLAGEM

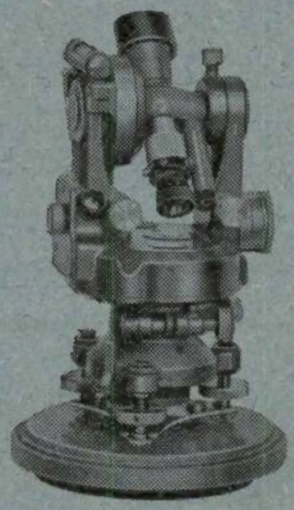
OBRAS DE RESPONSABILIDADE

Rua Vitor Cordon 1, 2.º — LISBOA

TELEFONES 30765/2 linhas

WILD

INSTRUMENTOS DE ALTO RENDIMENTO PARA
TOPOGRAFIA · GEODESIA · FOTOGRAMETRIA
MICROSCÓPIOS E LUPAS · APARELHOS MILITARES
MATERIAL PARA DESENHO DE AÇO INOXIDÁVEL



A MARCA QUE, PELO EQUILÍBRIO DAS SUAS QUALIDADES, É APRECIADA NO NOSSO PAÍS

E EM TODO O MUNDO

Catálogos, preços e referências nos

Representantes exclusivos para Portugal:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

Rua Eugénio dos Santos, 75 — LISBOA

TELEF. 24314/15 TELEGRAMAS TECNA

WILD
HEERBRUGG

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

Agentes em todo o País

JOHN M. HENDERSON & CO. LTD.

King's Works — ABÉRDEEN, ESCÓCIA

Fabricantes de

TRANSPORTADORES AÉREOS

(Blondins)

ESCAVADORAS DE CABO

(Cable Drag Scrapers)

PONTES ROLANTES

GUINCHOS

O equipamento de estaleiro da Hidro-Eléctrica do Zêzere comportava 6 Draglines HENDERSON, para escavação de materiais do leito do rio, e Blondins do tipo radial de 10 toneladas de capacidade.

A Hidro-Eléctrica do Cávado acha-se apetrechada com um Blondin do tipo paralelo de 5 toneladas de capacidade.

Representantes

MONTEIRO GOMES, L.DA

Rua Cascais, 47 — Alcântara

LISBOA

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.
Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.
Tratamento de alumínio e ligas leves.
Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.
Soldar cobre e prata.
Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.
Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

BIRLEC **LIMITED**

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

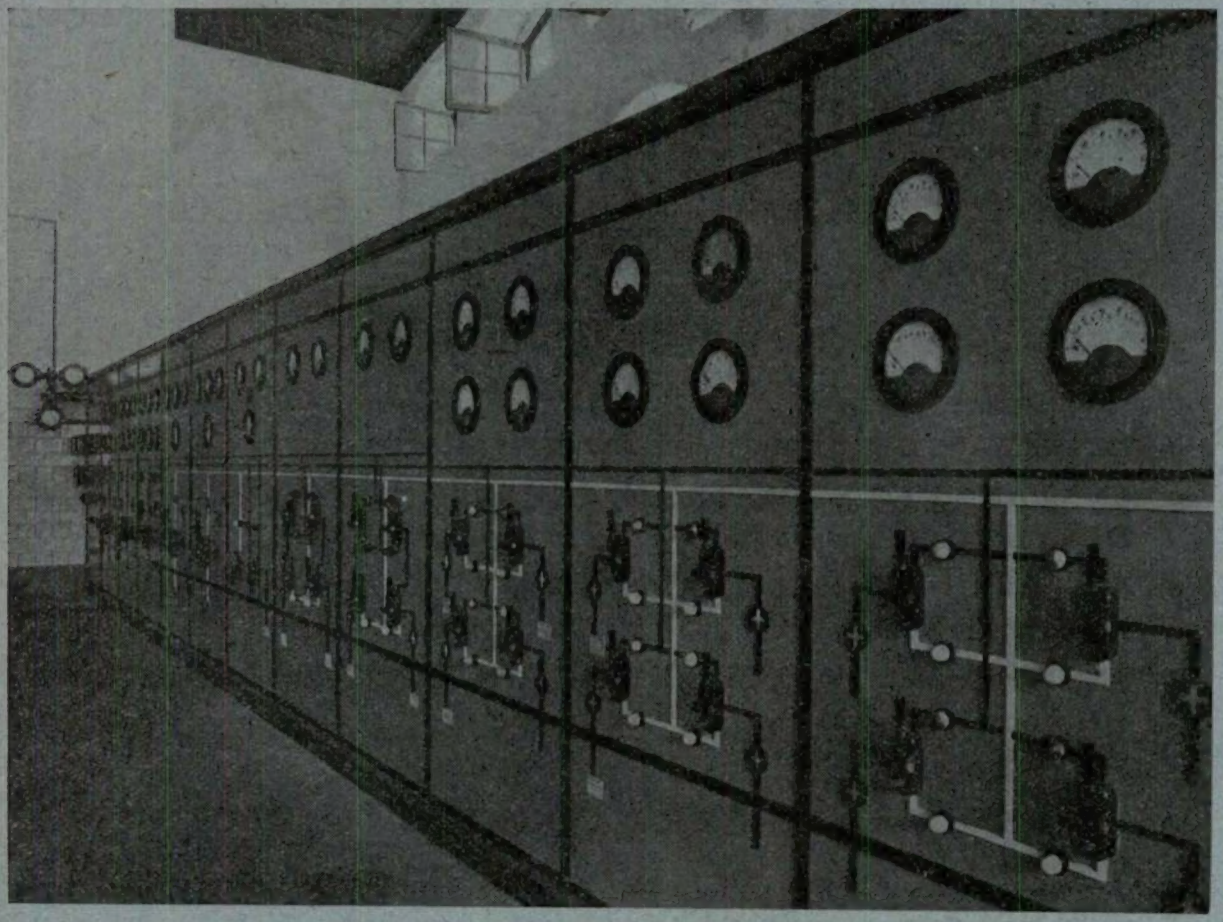
JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA

R. DOS CORREEIROS, 8 A 26

PORTO

P. DA BATALHA, 12, 12-A



Quadro geral de comando e distribuição

da

FÁBRICA DO PRADO

da

COMPANHIA DO PAPEL DO PRADO

Os nossos serviços técnicos e oficinas especializadas, além duma longa experiência, são uma garantia das nossas execuções

- Quadros gerais em chapa de ferro e de mármore
- Quadros blindados
- Quadros tipo armário
- Quadros para fins especiais

L. M. ERICSSON

STOCKHOLM SUÉCIA

- INSTALAÇÕES TELEFÓNICAS DE TODOS OS SISTEMAS
- SISTEMAS TELEFÓNICOS POR ALTA FREQUÊNCIA
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- INSTALAÇÕES DE VIGILANCIA E DE CONTROLE A DISTÂNCIA
- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES E SONORIZAÇÃO, RECEPTORES
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA E CONTADORES ELÉCTRICOS
- PRENSAS HIDRÁULICAS E MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS

CONDENSADORES PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA

- MOTORES ELÉCTRICOS
- DIVERSA APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA
- FIOS E CABOS TELEFÓNICOS E ELÉCTRICOS

Agentes Gerais em Portugal:

SOCIEDADE HERRMANN L.DA

Calçada do Lavra, 6 — LISBOA

Telefones { **2 3168** / **2 3169** **Telegramas: LAVRA**

Oficina de construção e reparação de material telefónico e eléctrico

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Porto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 21968

«Central hidroeléctrica de Flix da S. A. Saltos del Ebro, Barcelona, equipada com 4 alternadores trifásicos OERLIKON, de 11250 kVA, 6300 V., 125 r. p. m., 50 Hz, cada um»

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos completos para centrais termo e hidroeléctricas, subestações e instalações de distribuição. Accionamentos eléctricos especiais para todas as indústrias. Geradores, motores, transformadores, reguladores de indução, comutadores, rectificadores de vapor de mercúrio, equipamentos para soldadura eléctrica por arco. Electrolizadores para a produção de hidrogénio e oxigénio. Aparelhos de manobra e protecção para alta e baixa tensão, reguladores automáticos de tensão, relés, pára-raios. Turbinas de vapor e turbo-geradores, ponte-gruas, compressores. Equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras, veículos diesel-eléctricos, locomotivas de acumuladores, tranvias, troleibus, funiculares e teleféricos, etc.

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON

ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

LUIZ DA CUNHA FERRAZ
DIRECTOR

ANO XXVII - N.º 207 DEZEMBRO 1950

ESTADO DE EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS DA QUÍMICA ANALÍTICA

PELO ENG.º A. HERCULANO DE CARVALHO
Prof. do I. S. T.

C. D. 543

Discurso proferido na Sessão inaugural da classe de Ciências Físico-Químicas do Congresso para o Progresso das Ciências

Se houvesse razão de pedir desculpa a tão esclarecido auditório pelos limites aparentemente estreitos do tema que escolhi para a abertura desta Secção do Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências, eu confessaria em primeiro lugar a minha insuficiência para tratar outro assunto. Depois, para atenuar a gravidade do defeito, havia de invocar a real impossibilidade de abranger, ainda que em síntese concisa, campo tão vasto e árduo como é hoje o da física e da química.

A ambição de fazê-lo excederia a capacidade do homem comum por largo que fosse o âmbito da sua cultura científica, pois que já não basta para tal um desenvolvimento em superfície visto que a profundidade é essencial, para não resvalar no terreno das novas teorias. Por falta dessa profundidade, que exige o lastro de sólidos conhecimentos matemáticos e físicos, muitas conclusões prematuras e consequências filosóficas injustificadas se têm tirado, que só conseguem desorientar sem esclarecer. Basta aludir como exemplo a alguns comentários que por aí correm a propósito dos princípios da indeterminação e da complementaridade.

Mas não há razão para pedir desculpa em relação ao meu tema e sómente apelo para a generosidade dos ouvintes quanto à maneira como posso tratá-lo.

Com efeito a química analítica é a assistente solícita e inevitável de quase todos os trabalhos de investigação das ciências físico-químicas. Particularmente pelo que respeita à química, inorgânica ou orgânica, pode dizer-se que não há investigação que não exija pelo menos uma análise final cujo resultado é a pedra de toque do sucesso conseguido; ela nos elucida por exemplo sobre a constituição elementar da substância fabricada e em

muitos casos mostra-nos o seu arranjo estrutural; diz-nos qual o rendimento atingido, permite descriminar os vários estados da reacção utilizada e, logo de princípio, garante a nossa confiança na pureza das substâncias de que partimos.

Por outro lado — e isto caracteriza a feição moderna da química analítica, — ela está sempre atenta às conquistas da física e dos outros ramos da química e logo se apropria dos novos métodos e processos para ajustá-los a seus fins. Veja-se, por exemplo, como os isótopos radioactivos, nos últimos anos descobertos, nos permitem estudar minuciosamente os fenómenos de «arrastamento» pelos precipitados analíticos, com o fim de melhorar os respectivos métodos de análise O contador de Geiger-Müller, tão simples como maravilhoso instrumento, serve afinal para fazer análise química e não é esta a sua menos importante aplicação.

Se passarmos ao campo da ciência aplicada, desnecessário é dizer do auxílio intenso e extenso que a química analítica lhe presta. É o contraste das matérias primas e dos produtos acabados industriais, a fiscalização das águas e dos produtos alimentares, o diagnóstico das doenças, a investigação da pureza dos medicamentos.

Efectivamente o domínio da química analítica não pode classificar-se de estreito e os serviços que rende são inúmeros e dos mais importantes.

* * *

Não tentarei dar qualquer definição que fixe o âmbito e a natureza da química analítica. As barreiras são muitas vezes indistintas, o método não a diferencia nìtidamente dos outros sectores da química e as técnicas que usa são das mais variadas, raramente se podendo invocar para elas um carácter próprio. O que a caracteriza fundamentalmente é o fim: analisar, e daí o qualificativo que usa. Já me referi aos contadores de partículas. Outro tanto sucede com espectroscópio, o fotómetro, o potenciómetro e tantos outros instrumentos. Quando deles nos servimos para dosear as impurezas num metal ou conhecer os catiões numa mistura, para tornar mais rigorosos e sensíveis os métodos colorimétricos e para medir a concentração dos hidrogeniões ou o potencial redox duma solução, estamos fazendo química analítica e esses instrumentos fazem parte integrante do respectivo laboratório.

E eis aqui uma das tendências actuais da química analítica que eu me permito nomear: «instrumentação».

É certo que o químico-analista desde o começo (situando esse começo verdadeiro em Lavoisier) sempre manuseou um velho instrumento que continua a ser dos mais sensíveis que tem a física: a balança. Mas à-parte ela e alguns densímetros e picnómetros, mais instrumentos não havia nos laboratórios de análise, durante muito tempo, do que a vidraria graduada. Se buscarmos entre os seus métodos aqueles que sem contestação a química analítica pode reivindicar exclusivamente para si e que ainda hoje mantém esse carácter, serão os métodos volumétricos, parece-me, e particularmente a titulometria com indicadores que virão à cabeça do rol.

A princípio tìmidamente, começou a invasão do instrumento: o polarímetro foi reclamado pela análise orgânica, assim como o ebulioscópio e o crioscópio; o refractómetro mostrou-se particularmente útil na investigação da genuidade dos óleos, o microscópio conquistou ràpidamente um lugar de destaque nas análises biológicas e bromatológicas e foi o primeiro auxiliar das micro-reacções.

O espectroscópio, usado inicialmente para simples fins qualitativos, revelou-se como auxiliar precioso mesmo em análise quantitativa, pelas suas qualidades de sensibilidade e rapidez em relação aos métodos clássicos.

Tal era o armamento que se poderia encontrar num laboratório bem apetrechado aqui há quarenta anos. E mesmo dez anos mais tarde a paisagem era pràticamente a mesma. Com os trabalhos de Kohlrausch e, pela influência de Ostwald e outros, deu entrada a ponte de condutividade nos laboratórios de análise, servindo a princípio para medir essa característica e só mais tarde para fazer o papel de indicador em certas titulações. O potenciómetro chegou como consequência da noção de acidez real, quando o livro de Clarke sistematizou e expandiu as técnicas de determinação do pH. Foi isto há cerca de vinte e cinco anos e de então para cá o aspecto dos laboratórios de análise mudou radicalmente a bem da precisão, sensibilidade e automatismo dos métodos analíticos mas, diga-se em abono da verdade, a mal do equilíbrio financeiro desses laboratórios!

Ao visitar hoje em dia um laboratório de química analítica cujos recursos lhe permitam estar ao par do progresso, o domínio da instrumentação física é de impressionar. E se abstraíssemos da significação tradicional do termo e só olhássemos ao aspecto literal, com propriedade chamaríamos aos actuais laboratórios de análise: gabinetes de «química-física»!

Não se diga que é só questão de moda, preocupação de que não estão isentos os cientistas mas que na maior parte dos casos aqui se não pode invocar.

Para identificar as centenas de hidrocarbonetos que compõem uma gasolina — e o problema tem interesse prático por exemplo em relação ao poder anti-detonante, o espectrógrafo de infra-vermelho é hoje insubstituível. Anàlogamente para o exame de certos líquidos orgânicos é necessário um bom espectrógrafo que permita obter espectros Raman.

Dada a morosidade dos métodos clássicos de dosagem dos metais alcalinos, bem empregado é o dinheiro que se gasta com um fotómetro de chama.

O próprio espectrógrafo de massa, que as investigações para o fabrico da bomba atómica vieram pôr ao alcance dos profanos, pode resolver com rapidez certos problemas de ordem prática referentes a misturas de gases, cuja análise pelos métodos correntes não tinha a necessária sensibilidade e era sempre muito morosa.

Mas outra grande virtude dos instrumentos é a de permitirem, além da solução de problemas de ordem prática, a realização de trabalhos de investigação especialmente adequados ao aperfeiçoamento dos métodos analíticos e a elucidação do mecanismo dos processos basilares. Veja-se por exemplo o polarógrafo que, prestando já tantos serviços à química analítica aplicada, é hoje um dos melhores meios para estudar os processos de difusão e de descarga dos iões em fase líquida.

O potenciómetro, esse é já indispensável que mais não seja para as chamadas titulações potenciométricas, em especial as que têm como base reacções redox.

O mesmo se pode dizer do espectro-fotómetro que alarga o âmbito de aplicação dos métodos colorimétricos e torna estes mais exactos.

A espectrometria, de emissão ou absorção, em várias regiões do espectro, o estudo da difracção ou absorção dos raios X, a própria difracção dos electrões aproveitada no chamado microscópio electrónico, são técnicas e fenómenos de que hoje se aproveita o químico-analista para resolver problemas específicos. Claro que se exige um equilibrado critério para decidir quando o volume e a natureza dos problemas justifica a aquisição de instrumentos, por vezes de preço elevado e exigindo um treino suficiente para serem manejados com plena utilidade. Aqui, como em tudo, é preciso não se deixar aliciar pela novidade nem pelo luxo. Reconhecer o verdadeiro valor da instrumentação é uma virtude; mas não passará de doença ter o fetichismo do instrumento caro e já feito, cujo funcionamento muitas vezes imperfeitamente se conhece. Um simples analista pode mexer com eficiência nos botões dum espectro-fotómetro ou até mesmo nos manípulos dum espectrógrafo de massa; mas nunca tirará destes auxiliares o necessário rendimento, em cujo cálculo entra a sua aplicação a novos problemas.

A que fins visa a instrumentação num laboratório de química analítica aplicada? Fundamentalmente a conseguir maior rapidez e geralmente sensibilidade mais alta. No contraste industrial, essa rapidez é grande virtude. Simultâneamente há economia de pessoal, pois com a instrumentação consegue-se hoje automatizar um grande número de operações analíticas.

Basta folhear uma revista da especialidade para ver os esforços que se fazem para conseguir cada vez mais extensa e perfeita automatização. Esta posição era comentada em artigo recente duma revista americana, com a seguinte observação justa: «aquele que trabalha em química analítica é uma das poucas criaturas cujo esforço é em grande parte consagrado a tornar-se a si próprio tão supérfluo quanto possível» ([1]).

A observação vem precisamente a propósito dum aparelho aparecido logo após a última guerra e que representa o ideal do automatismo. Refiro-me ao «quantómetro» que é essencialmente um microfotómetro de grande dispersão. De acordo com o reclame inicial, para analisar por exemplo uma liga metálica, bastaria meter no orifício do aparelho uma vareta da amostra, carregar num botão e tomar nota das percentagens dos vários metais que aparecem automàticamente escritas no mostrador! Segundo algumas informações que tenho a questão não é tão simples como se apresenta. Mas dentro das fortes limitações que eram de prever, parece que o quantómetro pode prestar reais serviços. Não é, porém, ainda desta feita que o químico-analista e os seus auxiliares são dispensados...

Sob o ponto de vista económico, nem sempre o instrumento, mesmo de grande automatismo, se justifica. Não são sòmente os encargos de amortização, mas a necessidade que surge de ter pessoal mais especializado ... uma oficina de instrumentos de precisão para as reparações.

Seja como for, uma consequência é inevitável para o químico: a necessidade de ampliar os seus conhecimentos ao campo do fonómeno físico que está na base do aparelho, sem esquecer, antes aperfeiçoando, o que sabe dos processos químicos de que a análise se serve. A sua bagagem científica tem de ser hoje muito maior.

* * *

Mas outros meios de análise, utilisando técnicas relativamente simples e material pouco custoso têm feito nos últimos anos a sua aparição.

Citarei em primeiro lugar as chamadas reacções de gota, alargando muito os limites de sensibilidade dos processos de identificação e tornando-os cada vez mais selectivos, senão específicos. Foram seus precursores Denigès e Behring, este último empregando como auxiliar o microscópio, mas deve-se fundamentalmente a Feigl e seus colaboradores a espantosa ampliação e aperfeiçoamento desta técnica que também é caracterizada pelo emprego generalizado de reagentes orgânicos. Se a instrumentação tem como ideal o completo automatismo, as «reacções de gotas» procuram o reagente específico que dispense qualquer separação prévia.

Não parece fácil conseguir sempre tal fim, mas dois auxiliares preciosos surgiram há pouco que se encarregam já, em alguns casos, de reduzir ao mínimo o trabalho e a duração dessas separações: são a cromatografia — excelente e insubstituível para certas questões da química orgânica, mas que já se aplica também na análise inorgânica (especialmente na sua modalidade de «cromatografia no papel») e a permutação de iões, cujas verdadeiras possibilidades começaram simplesmente a ser entrevistas.

Tem-se a impressão de que da conjunção destes três meios: «reacções de gota», «cromatografia», «permutação de iões» sairá em breve uma verdadeira revolução dentro

([1]) Philip J. Elving — An. Chem. 22, 411 (1950) — «Current Trends in Analitical Chemistry».

da análise qualitativa e muito há delas a esperar também no sentido da separação e determinação quantitativas.

O uso já hoje corrente na análise dos reagentes orgânicos é afinal o resultado do pagamento duma dívida antiga. O especialista de química orgânica, necessitando constantemente do químico-analista, durante muito tempo não pensou em auxiliar a sua tarefa e antes dela desdenhava por vezes. Chegou o momento em que lhe compete sintetizar por baixo preço os novos reagentes que lhe são pedidos e de descobrir outros que apresentem vantagens... ao serviço da química analítica.

Paralelamente ao aumento de sensibilidade das reacções, surgiram as técnicas de semi-micro e de micro-análise, de fronteiras um pouco arbitrárias quando não se quere tomar por base o instrumento de pesagem utilizado e que é, na técnica de Pregl, a micro-balança.

Não vem para aqui o discutir — e a discussão não tem no fundo grande interesse, se fazer semi-microanálise, é simplesmente indentificar ou dosear quantidades mínimas dum elemento em amostra de massa considerável, ou realizar operações analíticas a partir de tomas muito pequenas.

Referindo-me a este último caso, verifica-se que tal é outra tendência da química analítica. Sempre que se trata duma solução ou de amostra sólida fácilmente homogenizável, são grandes as vantagens de usar uma pequena toma, sobre tudo quando é possível empregar no doseamento um método volumétrico. Basta lembrar a economia de tempo conseguida, e que, com reagentes titulantes estáveis em solução diluída, como o bromato e o iodato, e indicadores muito sensíveis ou indicadores «físicos», não prejudica a precisão nem a sensibilidade da dosagem.

Alguns sectores da química analítica aplicada permanecem quase inacessíveis a estes melhoramentos.

A análise de certos minérios de ataque muito difícil, — à parte o uso de reagentes orgânicos, é ainda hoje feita com a técnica clássica. Um outro auxiliar das reacções de gotas, a dissolução anódica ou a electrografia pode, no entanto melhorar a situação. Quanto à separação das terras raras parece que a melhor solução estará na cromatografia ou no uso de permutites orgânicas.

* * *

Tenho-me referido especialmente a novos métodos.

Mas a evolução tem sido também notável quanto aos meios acessórios: a electrificação para aquecimento e agitação, os pulverizadores, misturadores e peneiros automáticos, as evaporações com raios infravermelhos, os cadinhos filtrantes, etc., são aperfeiçoamentos que se traduzem em grande economia de tempo e na eliminação de causas de erro acidentais. Um sem número de outras utilidades e comodidades completa o arsenal, já bem complicado, dum laboratório moderno de química analítica. Como hoje sorrimos ao ver reproduzidos esses vetustos antecessores dos nossos laboratórios com meia dúzia de extranhos objectos de vidro e fogões arcaicos aquecidos a carvão, quando o não eram a lenha! Mas o riso terá pouca duração e substitui-lo-á um sentimento de admiração e respeito quando pensarmos em tantas descobertas fundamentais que aí foram feitas, por homens que não só careciam dos nossos aperfeiçoados meios actuais mas principalmente não dispunham das fontes de informação que hoje temos.

Tão fácil nos parece analisar o ar! E contudo não se encontra fàcilmente entre as descobertas hodiernas alguma que tenha exigido maior habilidade experimental e tão genial intuição como essa de Lavoisier!

* * *

A repercussão desta evolução sobre o ensino da química analítica merecia referência especial e desenvolvida que não se coaduna com a índole e a extensão desta palestra.

Apenas notarei de passagem dois aspectos: em primeiro lugar haverá que escolher a posição dessa disciplina nos cursos superiores de modo a que a exposição das suas doutrinas e técnicas já venha informada com as matérias de física, química inorgânica e mecânica química que exige o seu estado de evolução. Passou o tempo em que a velha «análise química» era simplesmente uma colecção de receitas que tinha de decorar-se, de mistura com um arco-iris complicado de reacções! Mas a atracção da novidade também não deve levar a pôr de parte o que há de essencial e de útil para a cultura química geral na química analítica clássica.

Lá estão a teoria das soluções, a teoria electrónica, a classificação periódica dos elementos para racionalizar esse ensino, sistematizando-o e amenizando-o.

Tenho para mim que a parte mais valiosa que nos tem trazido o progresso da química analítica é precisamente a que se refere ao estudo aprofundado e portanto ao aperfeiçoamento dos métodos clássicos gravimétricos e volumétricos. E se mais longe não se tem ido é porque uma teoria satisfatória das soluções, mesmo só em solução aquosa, não existe ainda com suficiente generalidade. Admitindo mesmo — o que é já exagerado, que as fórmulas da teoria de Debye e Hückel podem aplicar-se até à concentração 0,1 M, temos de confessar que uma grande parte dos problemas analíticos reais se situam muito para lá do domínio da teoria. É certo que eu posso separar primeiro duma solução fortemente salina o elemento a dosear e pô-lo depois em solução de concentração conveniente; mas perdi assim uma das grandes virtudes dos métodos titulimétricos: a insensibilidade às interferências.

Por outro lado, mesmo para as soluções mais diluídas é frequente não serem conhecidos os valores de certos parâmetros das expressões a empregar. Estão nesse caso os valores dos raios iónicos, as actividades nos estados fundamentais, etc.

Em todo o caso a metodização que se consegue com a teoria actual já é um grande benefício e pressente-se que dentro duma meia dúzia de anos a articulação das matérias que constituem o arcaboiço da química analítica terá uma coerência lógica que é apanágio das ciências adultas. Confessemos que o amadurecimento foi lento, mas que estamos a dois passos de abandonar de todo o empirismo.

E é agora ocasião de voltarmos a examinar a amplitude das fronteiras daquilo a que se chama química analítica, fronteiras dentro das quais se encontra desde o problema da amostragem com o seu aspecto estatístico, até à execução de medidas e operações simplesmente físicas, o aproveitamento das mais variadas reacções inorgânicas ou orgânicas e a conjugação de técnicas diversas envolvendo, algumas delas, o uso de aparelhagem complicada. Em todos estes aspectos houve progresso e sempre, se atendermos ao objectivo, há justificação para se falar em química analítica, como já fiz notar. Mas a essência desta disciplina continua a ser o seu núcleo clássico, abrangendo as funções de pesquisa, identificação, separação e dosagem de corpos simples ou grupos de corpos simples.

Quanto à teoria pode dizer-se que o progresso actual resultou da conjugação da hipótese da dissociação electrolítica com a lei de acção da massa. Os nomes de Vant'Hoff, Arrhenius, Ostwald, Nernst e, mais recentemente os de Debye e Hückel, Michaelis, Clarke, Lewis, Kolthoff, são os que mais correntemente têm de citar-se a tal propósito.

Recentemente um novo e importante avanço está a efectivar-se no sentido de generalização mais ampla, abrangendo a interpretação das reacções de precipitação, oxidação-redução, complexação e neutralização. São de nomear a este respeito Brönstead, Charlot, Pourbaix e Seel. O primeiro foi sem dúvida o iniciador do novo caminho com a sua definição de ácido e base. Actualmente Charlot, com fundamento na classificação das substâncias reagentes em «dadores», e «receptores», estende a generalização a todas as reacções analíticas. A tese de Pourbaix, um pouco mais longe das aplicações, é no entanto mais sedutora por ser mais cuidado e perfeito o aspecto termodinâmico e pena é que os nume-

rosos gráficos que a ilustram venham em função das concentrações e não das actividades. Mais simples e talvez mais acessível é a notação proposta por Seel dos «expoentes de equilíbrio».

Aproximamo-nos assim da posição ideal: uma vez de posse da tabela com os valores duma constante para os vários sistemas, uma simples soma algébrica nos elucida sobre a possibilidade de utilização duma dada reacção para fins analíticos.

E é possível ainda conhecer, por cálculos simples, muitas particularidades do processo, que basilarmente nos interessam.

É certo que ainda nos falta caminho a percorrer.

Principalmente, como já fiz notar, faltam muitos dados sobre a variação dos coeficientes de actividade em função da força iónica, visto as fórmulas vulgarmente aplicadas para a calcular terem um âmbito de validade apertado demais para o nosso fim.

Para isto fazia falta uma colaboração efectiva e permanente entre os vários organismos científicos e bem se justificava a criação dum grande instituto de carácter internacional com o único fito da determinação de constantes.

Mas enquanto isto não for possível — e talvez nunca o seja, aproveitem-se as instituições já existentes nos vários países segundo as suas tendências e possibilidades para que uma parte pelo menos das suas actividades se dirija no sentido dessa tarefa aparentemente humilde, mas indispensável, de determinação e compilação de parâmetro que tão necessários nos são.

E já não se trata só de química analítica mas de todas as ciências físico-químicas. A União Internacional da Química já muito tem feito nesse sentido. Parece que só há razão para aplaudi-la e auxiliá-la no seu meritório esforço.

* * *

Este Congresso, obra de cooperação de duas Associações congéneres, espanhola e portuguesa tem como fim explícito o progresso das ciências. No sector de que me ocupei tentei pôr em relevo as linhas mestras da sua evolução e julgo que o progresso a realizar no momento actual ainda se pode encontrar no prolongamento dessas linhas. Com efeito, a despeito das limitações notadas, parece que as possibilidades de teoria actual não estão esgotadas no campo da química analítica. Além disso tem-se a impressão de que não estamos longe duma renovação da teoria e é mesmo de estranhar que o livro de Gurney — «Ions in Solution», publicado há 14 anos e onde se indicava um novo caminho, não tenha ainda provocado o aparecimento duma estruturação mais completa da teoria. Mas a sua influência é evidente em muitos dos modernos trabalhos.

* * *

Contribuições valiosas e recentes para o estudo dos fenómenos de descarga dos iões, potenciais de contacto, sobretensão e difusão e dos mecanismos de processos que estão na base da polarografia, amperometria, potenciometria, encontram-se a miúdo nos números da Revista da Real Sociedade Espanhola de Física e Química.

Alguns destes trabalhos ocupam-se concretamente de aplicações à química analítica e dentro do âmbito clássico desta disciplina, quer procurando novos reagentes e novos métodos quantitativos, quer elucidando os complicados fenómenos de arrastamento por absorpção e co-precipitação ou outros que interessem à análise, a bibliografia espanhola actual é notável e denuncia a existência de núcleos de investigadores trabalhando segundo um plano e bem apetrechados de conhecimentos e de material. A obra do Consejo Superior de Investigaciones Científicas vai produzindo frutos abundantes.

Em Portugal e a despeito dos dedicados esforços do Instituto para a Alta Cultura, a produção no sector de que me ocupo é muito dispersa ainda, podendo dizer-se que, com algumas excepções quanto à análise aplicada, não há pròpriamente centros de investigação mas apenas investigadores que trabalham isoladamente. A publicação regular da nossa Revista de Química pura e Aplicada seria um estímulo valioso para conseguir sistematização e continuidade de esforços.

Não duvido de que este Congresso, pondo em contacto os especialistas das duas nações peninsulares, muito contribua também para criar esse estímulo necessário.

* * *

Perdôem-me V. Ex.as se não consegui dar à minha exposição o interesse que o assunto merecia. Se, a pesar desta incapacidade, alguns planos fundamentais da paisagem que pretendi mostrar ficaram em evidência já não estarei longe de ter cumprido sofrìvelmente a honrosa incumbência que recebi.

Vão começar as sessões de trabalhos que são a espinha dorsal destas reuniões. Mas não tenhamos receio em afirmar que nem só pela actividade puramente científica se afere o seu valor. As relações pessoais que se iniciam ou estreitam, o convívio espiritual em que ocupamos estes dias, o plano de entendimento e de simpatia mútua em que todos os actos destes Congressos se desenrolam, têm tanto interesse para nós como as melhores comunicações que neles se apresentem. É um reflexo do valor humano da ciência, que não deve ser esquecido, sobre tudo neste sector das ciências físico-químicas cuja projecção no campo do progresso material muitas vezes parece ofuscar a sua grande força espiritual e humana.

Dizia o grande Unamuno (e citando-o tenho a certeza de fechar com chave de oiro): «Porque tiene la ciencia dos salidas: una que va a la practica, material, a hacer la civilizacion que nos envuelve y facilita la vida, otra que sube a la accion teorica, espiritual, a hacernos la cultura que nos llena y fomenta la vida interior, a hacer la filosofia que, en alas de la inteligencia, nos eleve al corazón y ahonde el sentimiento y la seriedad de la vida».

A NOSSA CAPA

Laboratório de Engenharia Civil. Secção de Hidráulica. Estudo experimental, em modelo reduzido, dos órgãos de evacuação e segurança da barragem de Campilhas: descarregadores de superfície e de fundo. Restituição, ao leito da Ribeira de Campilhas, dos caudais evacuados.

O modelo está construído na escala de 1:30. O caudal de ponta de cheia a evacuar é de $270^{cm^3/s}$, que corresponde, à escala do modelo, a $54{,}8\,^{l}/_{s}$. O evacuador de cheias é constituído por um descarregador em boca de sino, seguida dum poço e duma galeria de secção circular. A fotografia mostra a testa de jusante do mesmo, em funcionamento.

Ensaios sobre modelo da Barragem de Santa Luzia

PELOS ENG.os CIVIS (I. S. T.) MANUEL ROCHA e LAGINHA SERAFIM

C. D. 627.825.7.001.57

Este trabalho é a tradução duma comunicação apresentada ao III Congresso das Grandes Barragens, realizado em Estocolmo em 1948. Se bem que a seguir a este estudo experimental se tenham realizado no Laboratório de Engenharia Civil outros análogos, nomeadamente os estudos sobre modelo das barragens do Castelo do Bode, Venda Nova, Cabril e Salamonde, nos quais as técnicas utilizadas foram mais aperfeiçoadas, o presente trabalho mantém ainda o seu interesse.

INTRODUÇÃO

1. **Generalidades.** — A barragem de Santa Luzia, fig. 1 e 2, projectada pelo engenheiro A. Coyne, é uma barragem de betão do tipo abóbada pura apoiada na parte superior da margem esquerda numa barragem de gravidade. Tem uma altura à volta de 70 m e o seu desenvolvimento no coroamento é aproximadamente de 115 m; as secções horizontais têm a montante um raio constante igual a 60 m e as espessuras máxima e mínima, isto é, as espessuras na base e no coroamento são respectivamente de 2,5 m e 12 m. A barragem está fundada numa rocha quartzítica, de módulo de elasticidade aproximadamente duplo do módulo de elasticidade do betão de que a obra foi construída.

Os estudos sobre a barragem de Santa Luzia despertaram grande interesse em Portugal por ter sido a primeira barragem importante de betão construída no País. Foi concluída em 1 943, tendo desde então sido objecto de observações efectuadas pela Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos. Essas observações têm consistido em medições de deslocamentos, pelo método de triangulações geodésicas e pelo método dos alinhamentos, de extensões e de temperaturas.

As deficiências reconhecidas nos métodos analíticos de cálculo de barragens, particularmente no método dos arcos horizontais independentes, seguido no cálculo da barragem de Santa Luzia, e a proximidade da construção das grandes barragens, levaram, em 1 944, o Centro de Estudos de Engenharia

Fig. 1 — Barragem de Santa Luzia

Civil, agora integrado no Laboratório de Engenharia Civil, a propor à Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos a realização do estudo sobre modelo daquela barragem, tanto mais que era possível comparar as grandezas observadas no modelo com as observadas directamente na obra.

Os estudos experimentais empreendidos visavam:

a) adquirir a técnica da construção e observação de modelos de barragens,

b) comparar para a barragem em estudo, as tensões e deformações observadas no protótipo com as observadas no modelo,

c) tirar conclusões sobre a precisão do cálculo de barragens pelo método dos arcos horizontais independentes,

d) estudar a possibilidade de substituir os métodos analíticos de cálculo de barragens por métodos experimentais.

Neste relatório, só serão apresentados os resultados devidos aos efeitos da pressão hidrostática, embora estejam em curso ensaios destinados à averiguação dos efeitos de variações de temperatura.

2. **Investigações sobre modelos de barragens.** — Em 1 922 foi criado nos Estados Unidos da América, o «Committee on Arch Dam Investigation» com o fim de estudar o problema das barragens arco [1]. Um dos primeiros trabalhos desta Comissão, sem dúvida o mais importante, foi a construção da barragem de Stevenson Creek, com 18 m de altura, destinada ùnicamente a fins experimentais.

Em estreita colaboração com essa Comissão o «Bureau of Reclamation» construiu um modelo de betão, na escala 1/12, da barragem de Stevenson Creek e um modelo, também de betão, da barragem de Gibson.

Os resultados dos ensaios efectuados sobre a barragem de Stevenson Creek e

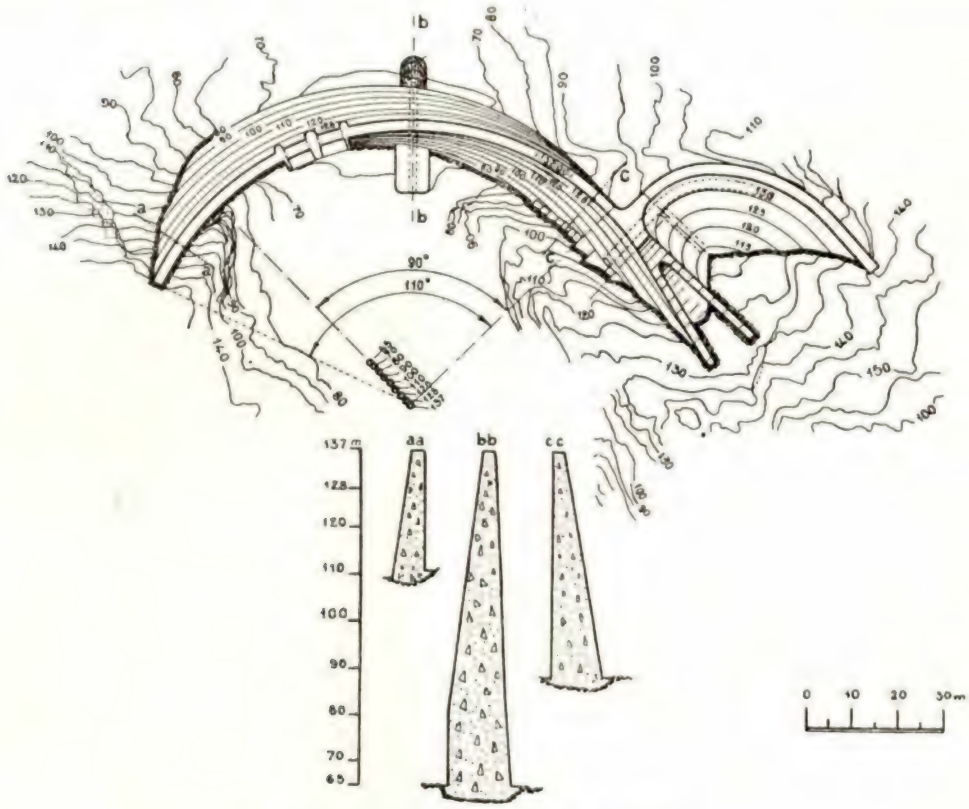


Fig. 2 — Planta e perfis da barragem

[1] Vide referências bibliográficas no fim do trabalho

sobre o modelo, foram inteiramente satisfatórios e confirmaram a utilidade do emprego de modelos no cálculo de barragens abóbada.

Na mesma altura o professor Beggs construiu e ensaiou, na Universidade de Princeton, um pequeno modelo de celulóide da barragem de Stevenson Creek. Contudo, por existir uma grande diferença entre os coeficientes de Poisson do celulóide e do betão, não foi fácil nem correcta a transposição dos resultados do modelo para o protótipo. Entre as conclusões apresentadas pela referida Comissão, citamos a seguinte ([2]):

«The usefulness, economy and dependability of small models of arch dams, made and tested in accordance with the laws of similitude have been fully demonstrated...».

Em 1926 A. Mesnager e J. Veyrier efectuaram ensaios sobre pequenos modelos de barragens abóbada no «Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions» ([3]). Estes ensaios foram efectuados sobre um modelo de gesso da barragem de La Bromme e sobre dois arcos de um projecto da barragem de Marèges.

Em 1930 o Bureau of Reclamation, com o fim de verificar os resultados do cálculo pelo método «trial load» da barragem de Boulder, tomou a iniciativa da construção e ensaio de dois modelos desta barragem ([4]).

Estas investigações são, sem dúvida, as mais importantes de que temos conhecimento, tendo constituído um passo notável no desenvolvimento do estudo de estruturas sobre modelos.

A comparação dos resultados fornecidos por esses modelos com os dos cálculos efectuados pelo método «trial load», mostrou uma concordância bastante satisfatória.

No mesmo ano, 1930, foram efectuados ensaios sobre um modelo de borracha da barragem de Calderwood nos «Aluminium Research Laboratoires» ([5]); os resultados obtidos foram comparados com os valores calculados analìticamente e ainda, muito recentemente, com os resultados das observações feitas sobre o protótipo ([6]).

O estudo de modelos de barragens abóbada foi também empreendido com sucesso pelo prof. G. Oberti na «Regio Politecnico di Milano». Ensaiou modelos das barragens abóbada de Rocheta, Osiglietta, Vajont, Lumiei, etc. ([7,8]). Nestes ensaios a pressão hidrostática sobre os modelos foi obtida por meio de macacos hidráulicos, enquanto que em todos os outros estudos mencionados essa pressão foi obtida com água ou mercúrio.

MODELO

3. **Generalidades.** — Um dos primeiros problemas a resolver num estudo sobre modelo é a escolha do material de que ele deve ser construído. Os requisitos a que este material deve satisfazer são os seguintes ([9]):

a) o material deve ser homogéneo, isótropo e elástico para as tensões que nele se desenvolverão,

b) deve ter um coeficiente de Poisson igual ou muito próximo do coeficiente de Poisson do protótipo,

c) deve ter um módulo de elasticidade suficientemente baixo para permitir a medição de deformações e extensões sobre a acção das cargas a que for submetido e, além disso, resistência suficiente para poder ser manipulado sem se deteriorar,

d) o seu escoamento plástico sob carga constante deve ser muito pequeno,

e) não deve sofrer contracção apreciável depois da presa,

f) deve possuir uma trabalhabilidade que permita fàcilmente a moldagem de modelos de quaisquer dimensões,

g) deve permitir a reparação do modelo no caso de dano acidental.

Dos muitos materiais que têm sido experimentados, tais como o betão, o celulóide, a borracha e a mistura de gesso e diatomite, este último parece ser o mais adequado, visto que satisfaz a quase todos os requisitos enunciados.

O material escolhido para o nosso modelo foi por isso uma mistura de gesso e diatomite, nas proporções de 2 para 1 em peso, idêntico ao material empregado no primeiro modelo da barragem de Boulder, atrás mencionado.

Com o fim de reproduzir no modelo os efeitos da deformação da fundação, adoptaram-se, na construção do modelo da barragem e da fundação, materiais com valores diferentes do módulo de elasticidade. Estes materiais foram obtidos variando ùnicamente a percentagem de água de amassadura da mistura de gesso e diatomite.

A pressão hidrostática sobre o modelo foi obtida com mercúrio; tomando em devida consideração as dimensões do protótipo, as propriedades elásticas do material utilizado e a sensibilidade da aparelhagem de medição, escolheu-se para o modelo a escala $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}$

4. **Propriedades do material do modelo.** — Como as propriedades elásticas da mistura de gesso, diatomite e água, dependem muito da percentagem de água empregada, fez-se uma série de ensaios de prismas, em compressão, para se obter a curva de variação do módulo de elasticidade, *E*, com a relação água-gesso, A/G (fig. 3).

A/G	Tensões de rotura (valores médios) Kgcm^{-2}	
	Compressão	Flexão
1,3	40	8
1,9	27	5

O coeficiente de Poisson obtido para qualquer dos materiais foi de 0,22, valor aproximadamente igual ao do betão.

Em virtude do material secar muito lentamente foi necessário moldar a fundação por camadas horizontais com espessuras de cerca de 10 cm, diminuindo-se assim o perigo do aparecimento de fendas provenientes da contracção devida à secagem.

Para diminuir o tempo de secagem, as camadas foram aquecidas a uma temperatura inferior a 40° C, pois foi verificado que as propriedades do material eram afectadas quando a temperatura excedia este valor.

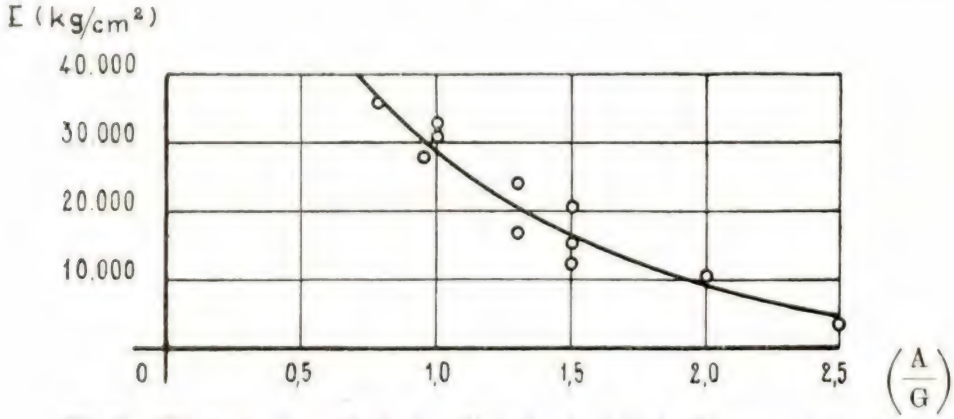


Fig. 3 — Diagrama da variação do módulo de elasticidade (E) com a dosagem de água (A/G)

A partir desta curva, e atendendo a que o módulo de elasticidade da rocha de fundação era duplo do módulo de elasticidade do betão da barragem, escolheram-se as relações A/G iguais a 1,3 e a 1,9, respectivamente, para os materiais do modelo do terreno de fundação e para o do modelo da barragem.

As tensões de rotura dos materiais com estas composições têm os valores médios indicados no quadro seguinte:

Na fig. 4 apresenta-se a curva de variação do peso específico do material de uma camada a partir do momento da sua moldagem estando também indicada a evolução do módulo de elasticidade. Verifica-se que após 20 dias o peso específico e o módulo de elasticidade se mantêm sensìvelmente constantes, tomando, respectivamente, valores cerca de 0,9 g cm^{-3} e 20 000 kg cm^{-2}.

Depois de cada camada estar seca, foi necessário impermeabilizá-la antes da mol-

dagem da camada seguinte, para evitar que as suas propriedades sofressem alteração pelo contacto com a camada fresca; por esta mesma razão, o fundo do tanque foi também impermeabilizado. O impermeabilizante a usar tinha que garantir ainda uma ade-

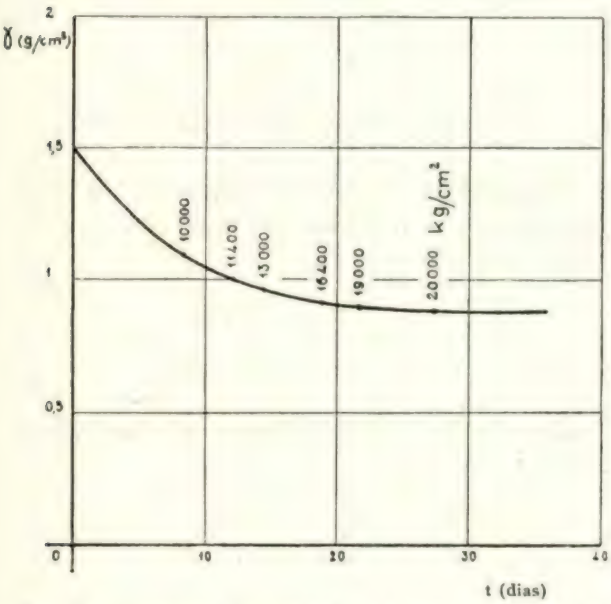


Fig. 4 — Diagrama da variação do peso específico (γ) com o tempo de secagem (t)

rência suficiente entre camadas. Depois de feitos ensaios de vários produtos, chegou-se à conclusão, que se podia obter uma impermeabilização eficiente pela pintura das superfícies com duas demãos de goma laca, seguidas de uma de verniz.

A tensão de rotura à tracção na superfície de aderência entre duas camadas separadas pelo impermeabilizante, determinada por vários ensaios de flexão, foi de cerca de 4 kg cm^{-2}; embora este valor fosse igual a cerca de metade do da tensão de rotura à tracção do material do modelo, não havia muito perigo das camadas se separarem, visto que as tensões de tracção nele desenvolvidas não eram importantes.

O material escolhido para o modelo apresenta o inconveniente de ser muito curto o período que decorre entre a sua amassadura e o início da presa. Por esta razão, foi experimentada a adição como retardadores de presa, de gelatina, açúcar e fosfato de sódio ($PO_4\ HNa_2$, $12H_2O$).

Os dois primeiros, quando empregados em quantidades suficientes para produzir o necessário efeito retardador, apresentavam o inconveniente de reduzir grandemente a trabalhabilidade do material. Verificou-se que o fosfato de sódio satisfazia perfeitamente ao fim em vista quando empregado na proporção de 0,65% do peso do gesso, atingindo o tempo de presa da mistura 15 minutos, sem que a sua trabalhabilidade ou as suas propriedades elásticas fossem alteradas. Este tempo de presa manteve-se pràticamente constante na gama de temperaturas de 5° a 40° C.

5. **Construção do modelo.** — O modelo foi construído num tanque de betão armado. Utilizaram-se moldes de betão com uma espessura média de 3 cm, difíceis de manejar dado o seu elevado peso. Aproveitou-se o molde de montante para apoio do saco de borracha que se enchia de mercúrio para carregar o modelo.

Os moldes do terreno foram suspensos do tanque de tal forma que a espessura mínima da fundação nunca fosse inferior a 40 cm.

O terreno foi moldado em 10 camadas, aguardando sempre, antes de cada moldagem, que a camada precedente atingisse o peso específico de 0,9 g.cm^{-3}. Com o material de cada camada eram moldados prismas para determinação dos módulos de elasticidade, tendo sido obtido o valor médio de 19 000 kg cm^{-2}, em ensaios de compressão.

Depois de terminada a moldagem do terreno, colocaram-se os moldes da barragem em posição e procedeu-se, de uma só vez, à moldagem da barragem. Como a mistura tinha uma contracção apreciável durante a presa, foi necessário moldar a barragem até uma altura superior à real.

A aderência dos moldes ao modelo foi evitada recobrindo-os com papel de estanho, auxiliando-se a desmoldagem com injecção de ar comprimido através de furos deixados nos moldes.

A fig. 5 mostra-nos o modelo depois de terminado.

O valor médio dos módulos de elasticidade obtidos por ensaios de compressão, sobre 14 prismas moldados com o material

de barragem, foi de 8 000 kg cm^{-2}, sendo o desvio médio dos valores obtidos de 5 % e o valor do coeficiente de Poisson destes prismas de 0,22.

Fig. 5 — Modelo da barragem de Santa Luzia

Os diagramas tensões-extensões estão traçados na fig. 6, onde o diagrama da esquerda nos mostra que o limite de proporcionalidade era aproximadamente de 6 kg cm^{-2}.

6 Relações de semelhança

Sendo

E_m — módulo de elasticidade do material do modelo de barragem;
E_p — módulo de elasticidade do material do protótipo;
$\frac{1}{\lambda}$ — escala do modelo;
δ — peso específico do mercúrio.

Tomando $E_p = 200\,000$ kg cm^{-2}, a relação entre os deslocamentos medidos no protótipo e no modelo é:

$$\rho = \frac{E_m \lambda^2}{E_p \delta} = \frac{8\,000 \times 100^2}{200\,000 \times 13{,}6} = 30$$

A relação de semelhança entre as extensões é:

$$\rho_1 = \frac{E_m \lambda}{E_p \delta} = \frac{8\,000 \times 100}{200\,000 \times 13{,}6} = 0{,}3.$$

e a relação de semelhança entre as tensões é:

$$\rho_2 = \frac{\lambda}{\delta} = \frac{100}{13{,}6} = 7{,}35$$

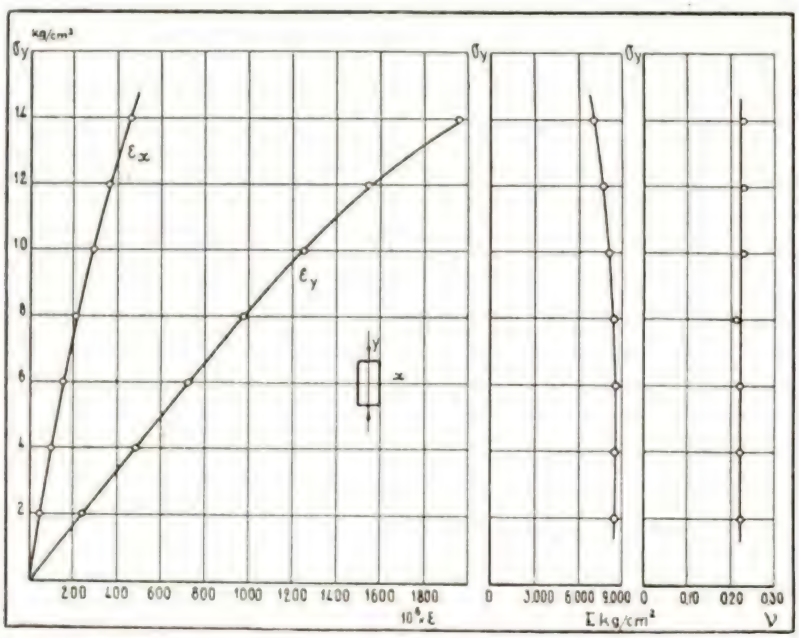


Fig. 6 — Diagramas de tensões (σ_y), — extensões (ε), de módulos de elasticidade (E) e de coeficientes de Poisson (ν) do material do modelo da barragem

APARELHAGEM UTILIZADA NO ENSAIO

7. **Medição de deslocamentos.** — Para a medição de deslocamentos do modelo empregaram-se deflectómetros de centésimo de milímetro. Estes deflectómetros eram suportados por uma estrutura metálica rígida que estava sòlidamente ligada ao tanque de betão armado (fig. 7).

Fig. 7 — Montagem dos aparelhos

8. **Medição de extensões.** — Para a medição de extensões [10, 11, 12], empregaram-se extensómetros acústicos.

O funcionamento destes extensómetros baseia-se na seguinte propriedade: se duas cordas do mesmo material, com os comprimentos l e L, sofrerem alongamentos, respectivamente de d e D, existirá a relação $\frac{d}{D} = \frac{l^3}{L^3}$ desde que as frequências próprias de vibração das cordas sejam iguais antes e depois de sofrerem os alongamentos.

O aparelho usado na observação das cordas montadas no modelo foi um aparelho do tipo Coyne, no qual existe uma corda padrão, de aço, que pode ser posta em uníssono com essas cordas. Os alongamentos da corda padrão são determinados por meio de um parafuso micrométrico que está ligado a um dos extremos desta corda; cada divisão do tambor do parafuso corresponde a uma extensão de 10^{-6} quando o comprimento da corda em observação for de 20 cm.

No modelo foram montadas cordas vibrantes com um diâmetro de 0,2 mm e com 10 cm de comprimento, tendo-se empregado técnicas diferentes para a colocação de cordas sobre as faces de juzante e de montante.

O sistema empregado para a face de jusante está indicado na fig. 8. Primeiro fixaram-se com gesso à superfície do modelo, *6*, as bases de latão *1* e *2*, e em seguida para obter uma frequência inicial conveniente esticaram-se as cordas por meio dos parafusos *3*; depois colocaram-se os parafusos *4* e *5*, destinados a fixar as extremidades dos fios de encontro às bases, e finalmente colocou-se o electroíman 7 na posição indicada. Utilizou-se o gesso para fixar as bases de latão ao modelo, pois verificou-se que a ligação com colas tinha o inconveniente de apresentar deslocamentos plásticos.

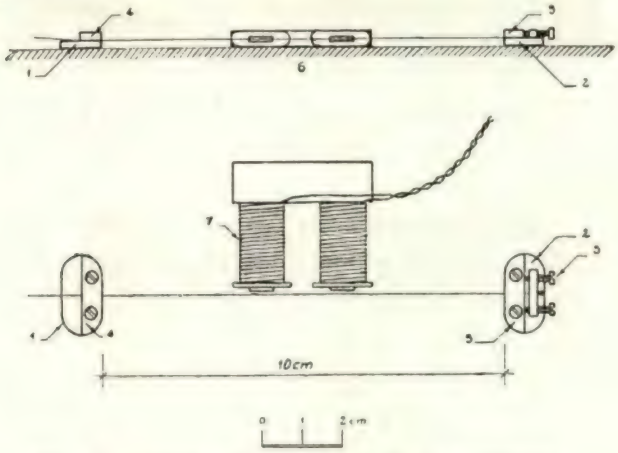


Fig. 8 — Sistema de fixação das cordas vibrantes no paramento de jusante

As cordas da face de montante foram fixadas pelo mesmo processo (fig. 9), mas

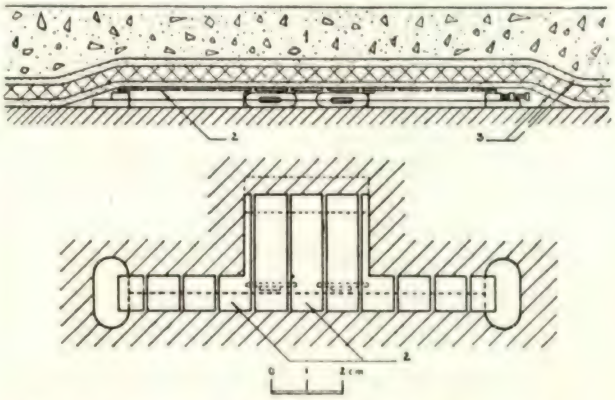


Fig. 9 — Sistema de fixação das cordas vibrantes no paramento de montante

para as proteger do saco de mercúrio que exercia a pressão hidrostática, utilizou-se uma protecção metálica, 2, seccionada de modo a não perturbar a deformação da barragem; a sua ligação ao modelo foi feita com cera (fig. 10).

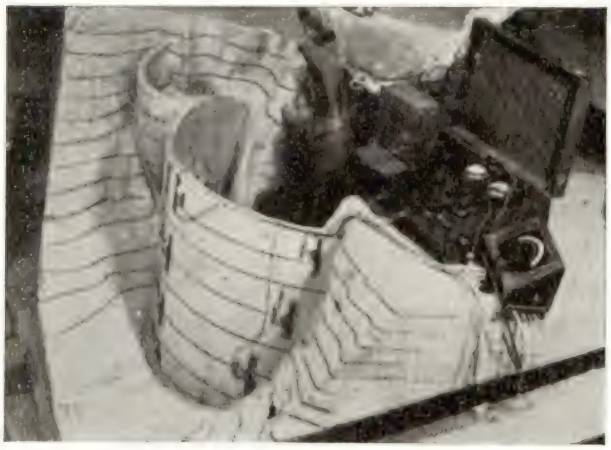


Fig. 10 — Cordas vibrantes montadas na direcção vertical sobre o paramento de montante

Nalguns pontos da face de jusante, montaram-se extensómetros Huggenberger (fig. 11) que serviram para aferir as observações feitas com os extensómetros de corda vibrante. Como a base destes extensómetros é igual a 2 cm, puderam também por isso ser usados nas regiões onde havia rápidas variações do campo de tensões. Estes extensómetros foram fixados à face da barragem por meio dos fios metálicos *3* tendidos com auxílio dos esticadores 2.

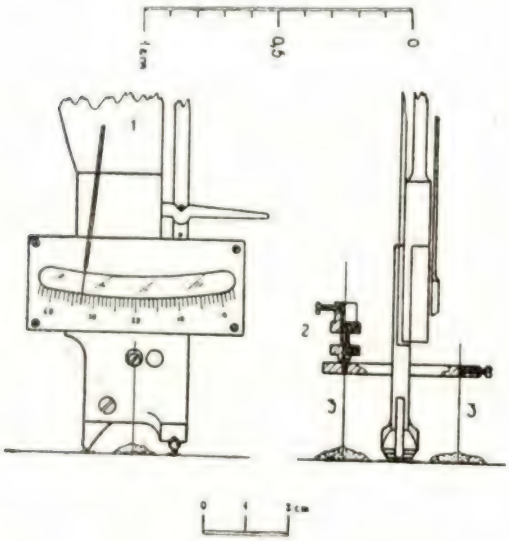


Fig. 11 — Montagem de extensómetros Huggenberger

Ao fazer-se a comparação dos resultados, concluíu-se que os extensómetros de corda vibrante eram mais sensíveis e mais fieis do que os extensómetros Huggenberger.

9. **Sistema de carga.** — A pressão hidrostática no modelo foi obtida por meio de mercúrio contido num saco de borracha (fig. 12) colocado no intervalo, com cerca de 1 cm, entre o negativo de montante e o modelo. O fundo do saco foi ligado ao depósito de mercúrio por meio de um tubo de borracha, fazendo-se a subida do mercúrio no saco por aplicação de água sob pressão no depósito.

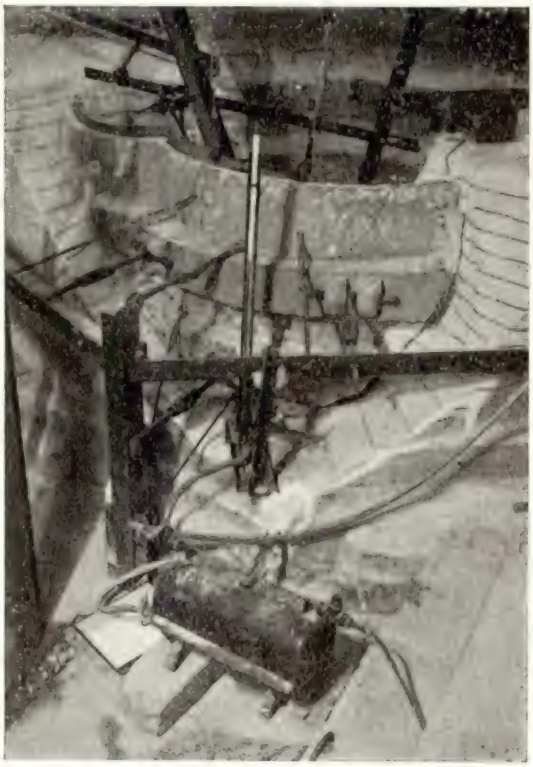


Fig. 12 — Sistema de carga

MEDIÇÕES

10. **Generalidades.** — Numa primeira fase o modelo foi carregado enchendo

o saco de borracha com água, tendo-se medido os deslocamentos e as extensões nas regiões onde se previa que estas grandezas tivessem valores mais elevados. Conclui-se desta primeira experiência, que o modelo podia ser carregado com mercúrio sem o perigo de exceder as tensões admitidas para o material; de facto, até final dos ensaios, não houve indicações da existência de fendas, apesar do modelo ter sido sujeito a cerca de 300 ciclos de carga e descarga.

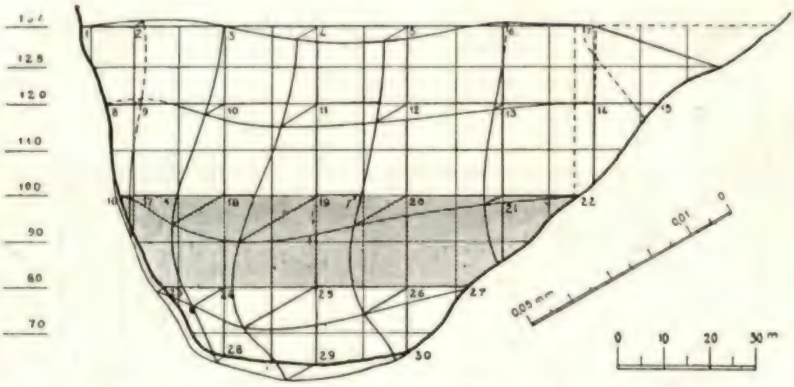


Fig. 13 — Deslocamentos radiais. Superfície do mercúrio à cota 100

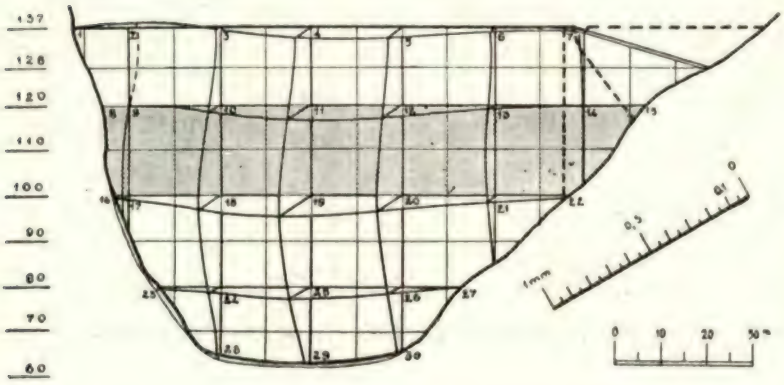


Fig. 14 — Deslocamentos radiais. Superfície do mercúrio à cota 120

Fizeram-se leituras dos aparelhos com a superfície de mercúrio às cotas 100, 120 e 137.

Como se tivesse notado que as deformações eram ligeiramente influenciadas pela duração dos ciclos, referiram-se as leituras de carga e descarga, respectivamente, às leituras iniciais e finais dos aparelhos. Para melhorar a precisão dos resultados das observações, fizeram-se para cada grandeza leituras em três a cinco ciclos de carga e descarga.

11. **Deslocamentos radiais.** — Mediram-se os deslocamentos radiais do modelo em 34 pontos da face de jusante, encontrando-se os seus valores médios no Quadro I; são positivos aqueles cujo sentido é de montante para jusante. Os desvios relativos médios dos maiores deslocamentos radiais são aproximadamente 5 %, aumentando esses desvios quando os deslocamentos diminuem.

Os valores do Quadro I estão representados nas figs. 13, 14, 15 e 16.

12. **Deslocamentos tangenciais.** — Os deslocamentos tangenciais foram medidos em 34 pontos da face de jusante e os valores médios observados estão inscritos no Quadro II. Os valores positivos indicam deslo-

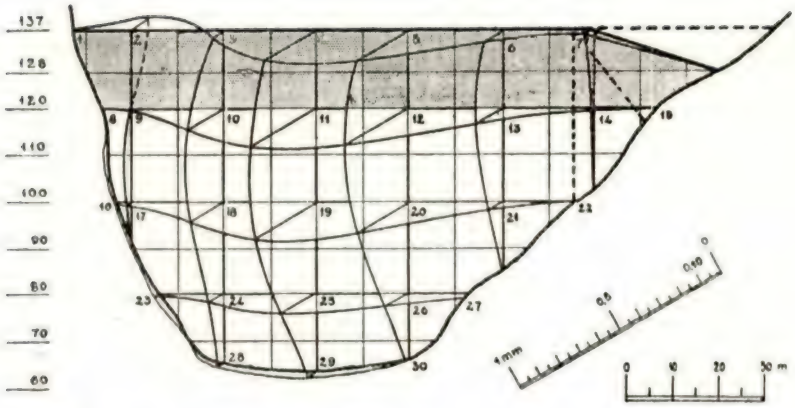


Fig. 15 — Deslocamentos radiais. Superfície do mercúrio à cota 137

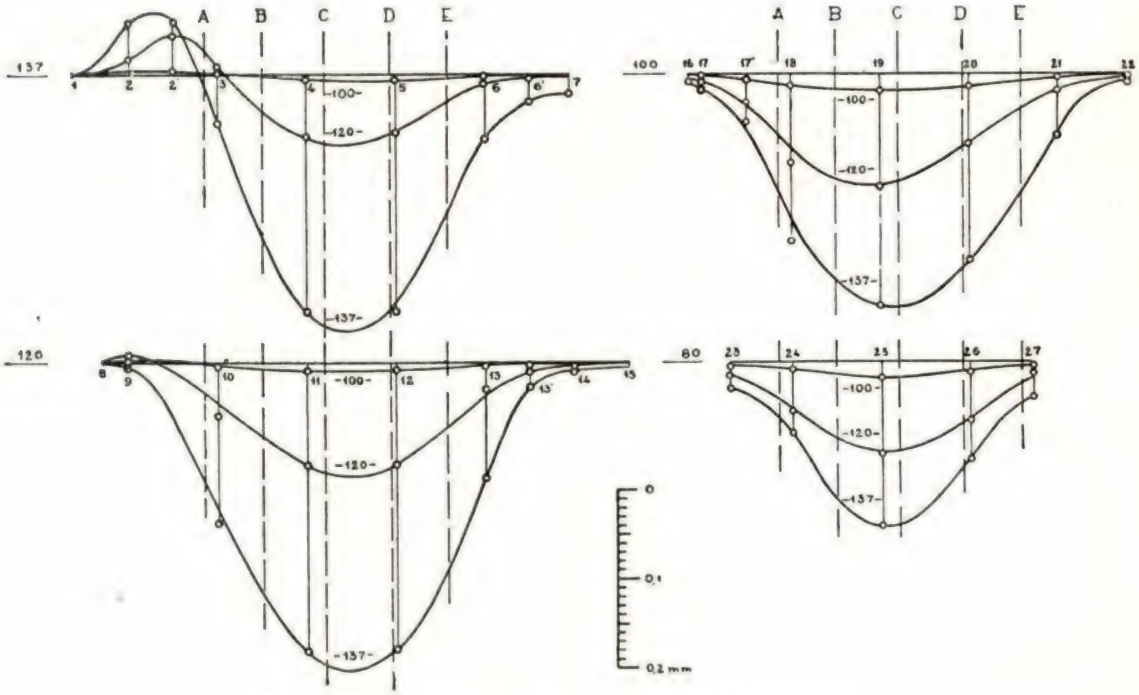


Fig. 16 — Deslocamentos radiais das secções horizontais

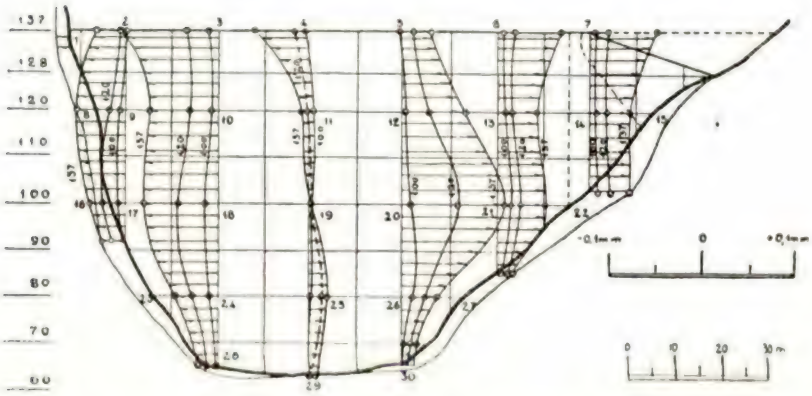


Fig. 17 — Deslocamentos tangenciais das secções horizontais

camentos no sentido do fecho dos arcos para a margem direita. Os desvios relativos médios dos maiores deslocamentos tangenciais são cerca de 10 % e aumentam quando os deslocamentos diminuem.

Os resultados estão representados nas figs. 17 e 18.

QUADRO I

Cotas	Pontos	Deslocamentos radiais (mm) — Cotas da superfície do mercúrio		
		100	120	137
137	1	0	0	0
	2	0	— 0,017	— 0,058
	2′	— 0,004	— 0,045	— 0,061
	3	— 0,003	— 0,010	+ 0,055
	4	+ 0,005	+ 0,070	+ 0,268
	5	+ 0,006	+ 0,065	+ 0,269
	6	0	+ 0,008	+ 0,104
	6′	0	+ 0,004	+ 0,031
	7	0	0	+ 0,025
120	8	0	0	— 0,002
	9	— 0,002	— 0,008	+ 0,004
	10	+ 0,005	+ 0,061	+ 0,181
	11	+ 0,009	+ 0,115	+ 0,325
	12	+ 0,008	+ 0,115	+ 0,322
	13	+ 0,003	+ 0,030	+ 0,130
	13′	+ 0,002	+ 0,009	+ 0,027
	14	0	0	+ 0,003
	15	0	0	0
100	16	0	+ 0,004	+ 0,009
	17	0	+ 0,008	+ 0,017
	17′	+ 0,004	+ 0,034	+ 0,052
	18	+ 0,013	+ 0,100	+ 0,188
	19	+ 0,020	+ 0,160	+ 0,311
	20	+ 0,013	+ 0,131	+ 0,260
	21	+ 0,005	+ 0,020	+ 0,072
	22	0	+ 0,003	+ 0,009
80	23	0	+ 0,015	+ 0,028
	24	+ 0,009	+ 0,055	+ 0,081
	25	+ 0,019	+ 0,104	+ 0,173
	26	+ 0,011	+ 0,066	+ 0,110
	27	0	+ 0,010	+ 0,041
Fundo do Vale	28	+ 0,002	+ 0,022	+ 0,035
	29	+ 0,011	+ 0,040	+ 0,061
	30	+ 0,003	+ 0,018	+ 0,025

13. **Deslocamentos verticais.** — Como estes deslocamentos são bastante pequenos só foi possível medir satisfatòriamente os seus valores nalguns pontos do coroamento. Os resultados obtidos estão indicados no Quadro III e na fig. 19, tendo sinal positivo os deslocamentos com o sentido de baixo para cima.

14. **Deslocamentos da fundação.** — Mediram-se também os deslocamentos horizontais de quatro pontos da fundação, dois em cada margem (fig. 20), empregando-se extensómetros Huggenberger apoiados sobre a estrutura de suporte dos deflectómetros. Fizeram-se leituras apenas com mercúrio à cota 137.

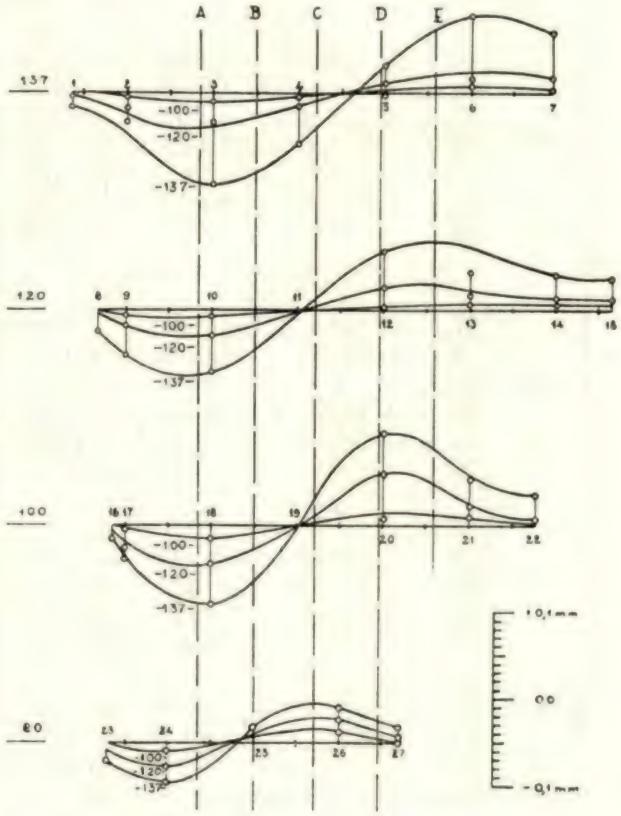


Fig. 18 — Deslocamentos tangenciais das secções horizontais

15. **Extensões na face de jusante.** — As extensões na face de jusante foram determinadas em 23 pontos em cada um dos quais se fizeram medições em quatro direcções: na direcção vertical, na horizontal e em duas direcções a 60° com a horizontal.

Para os pontos 1 a 19 empregaram-se extensómetros de corda vibrante enquanto que para os restantes se empregaram extensómetros Huggenberger.

QUADRO II

Cotas	Pontos	Deslocamentos tangenciais (mm)		
		Cotas da superfície do mercúrio		
		100	120	137
137	1	0	— 0,003	— 0,016
	2	0	— 0,005	— 0,032
	3	— 0,010	— 0,033	— 0,102
	4	— 0,005	— 0,017	— 0,059
	5	— 0,001	+ 0,011	+ 0,031
	6	+ 0,006	+ 0,018	+ 0,089
	7	+ 0,004	+ 0,019	+ 0,070
120	8	—	—	— 0,025
	9	— 0,006	— 0,018	— 0,051
	10	— 0,007	— 0,028	— 0,070
	11	+ 0,002	— 0,002	— 0,003
	12	+ 0,004	+ 0,026	+ 0,069
	13	+ 0,008	+ 0,016	+ 0,044
	14	+ 0,006	+ 0,014	+ 0,042
	15	—	+ 0,014	+ 0,038
100	16	—	—	— 0,015
	17	— 0,005	— 0,025	— 0,039
	18	— 0,015	— 0,042	— 0,080
	19	0	0	+ 0,001
	20	+ 0,010	+ 0,062	+ 0,108
	21	+ 0,013	+ 0,023	+ 0,052
	22	—	+ 0,010	+ 0,038
80	23	—	—	— 0,021
	24	— 0,009	— 0,028	— 0,046
	25	—	+ 0,013	+ 0,018
	26	+ 0,012	+ 0,026	+ 0,039
	27	—	+ 0,005	+ 0,018
Fundo do Vale	28	—	— 0,014	— 0,020
	29	—	+ 0,004	+ 0,007
	30	—	+ 0,010	+ 0,016

As extensões observadas com o mercúrio à cota 100 não são apresentadas, pois dada a sua pequenez não puderam ser determinadas com aproximação razoável.

Os valores médios das extensões nas quatro direcções são dadas no Quadro IV, onde os valores positivos indicam aumentos de comprimento. Os desvios médios para as maiores extensões são de cerca de 5 %.

QUADRO III

Pontos	Deslocamentos verticais (mm)		
	Cotas da superfície do mercúrio		
	100	120	137
2	+ 0,005	+ 0,008	+ 0,022
3	+ 0,006	+ 0,016	+ 0,037
4	+ 0,009	+ 0,022	+ 0,042
5	+ 0,007	+ 0,017	+ 0,046
6	+ 0,006	+ 0,016	+ 0,038
7	+ 0,003	+ 0,007	+ 0,026

Nas fig. 21, 22, 23 e 24 estão representadas as linhas de igual extensão nas direcções vertical e horizontal.

16. **Extensões na face de montante.** — As medições destas extensões foram efectuadas em 15 pontos com extensómetros de corda vibrante. Os valores médios das extensões nas quatro direcções estão indicados no Quadro V e as linhas de igual extensão nas direcções vertical e horizontal estão representadas nas fig. 25, 26, 27 e 28.

TENSÕES PRINCIPAIS

17. **Grandeza e direcção das extensões principais.** —

Utiliza-se a seguinte notação:

ε_1 — extensão na direcção horizontal;
ε_2 — extensão na direcção fazendo um ângulo de + 60° com a horizontal;
ε_3 — extensão na direcção fazendo um ângulo de — 60° com a horizontal;

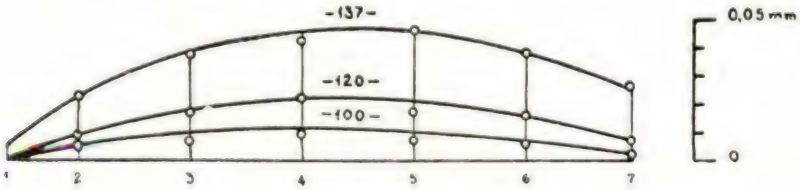


Fig. 19 — Movimentos verticais do coroamento

QUADRO IV

Pontos	Extensões horizontais $\varepsilon_1 \times 10^6$		Extensões verticais $\varepsilon_4 \times 10^6$		Extensões a + 60° / $\varepsilon_2 \times 10^6$		Extensões a — 60° \ $\varepsilon_3 \times 10^6$	
	Cotas da superfície do mercúrio							
	120	137	120	137	120	137	120	137
1	— 80,2	— 381,0	+ 26,6	— 155,7	+ 32,5	+ 42,5	— 33,2	— 118,7
2	— 26,2	— 134,0	— 27,9	— 63,0	— 0,7	+ 7,5	— 54,2	— 62,5
3	+ 57,5	— 40,0	— 34,1	— 3,5	— 5,7	— 3,7	— 16,7	+ 33,2
4	+ 50,0	— 0,5	— 9,0	+ 20,0	+ 0,7	+ 30,7	+ 11,7	+ 30,0
5	— 50,0	— 140,0	+ 6,0	— 42,5	— 23,2	— 14,5	+ 2,5	+ 27,0
6	— 9,0	— 82,0	— 0,8	— 18,1	— 0,7	— 3,2	— 5,0	+ 30,7
7	— 150,0	— 370,0	+ 36,6	— 125,8	+ 30,7	+ 23,7	— 50,7	— 31,2
8	— 54,5	— 160,0	— 20,6	— 38,0	+ 5,7	+ 13,2	— 1,7	+ 32,5
9	— 13,7	— 111,0	— 35,9	— 49,3	+ 4,2	+ 23,7	— 65,0	— 60,7
10	— 49,5	— 141,7	+ 40,3	— 5,7	— 2,5	+ 62,0	+ 38,2	+ 62,5
11	— 102,0	— 250,0	+ 31,3	— 75,0	— 22,5	+ 15,0	+ 18,7	+ 10,0
12	— 260,0	— 404,5	+ 83,8	— 146,3	+ 2,5	— 32,0	— 6,7	— 2,5
13	— 100,0	— 200,0	+ 65,0	+ 153,7	+ 30,0	+ 25,7	+ 50,0	+ 55,7
14	— 43,0	— 84,7	+ 78,1	+ 12,1	+ 20,7	+ 28,7	+ 75,0	+ 92,5
15	— 130,0	— 176,0	+ 78,7	— 46,1	+ 42,5	+ 63,2	+ 9,2	— 25,7
16	— 140,2	— 247,2	+ 4,7	— 121,1	+ 10,7	+ 33,7	— 73,7	— 150,0
17	— 180,0	— 130,0	+ 56,0	— 34,0	— 66,7	— 58,2	+ 60,7	+ 86,2
18	— 1,0	+ 12,2	— 40,6	— 15,7	+ 39,2	+ 37,5	— 100,7	— 97,0
19	— 132,0	— 231,2	+ 16,0	— 98,3	+ 51,7	+ 61,2	— 99,2	— 125,0
20	0	0	— 46,0	— 82,5	— 30,0	— 73,5	— 19,0	— 50,0
21	— 30,0	— 43,5	— 82,0	— 138,0	+ 45,0	— 100,0	— 190,0	— 128,7
22	— 15,0	— 155,0	+ 9,0	+ 45,5	— 2,0	— 27,5	+ 8,0	+ 15,0
23	— 92,5	— 185,0	+ 9,0	+ 32,0	— 27,0	— 20,0	— 10,2	— 24,5

ε_4 — extensão na direcção vertical;

ε' — extensão principal de maior valor algébrico;

ε'' — extensão principal de menor valor algébrico;

θ — ângulo entre a direcção de ε' e a

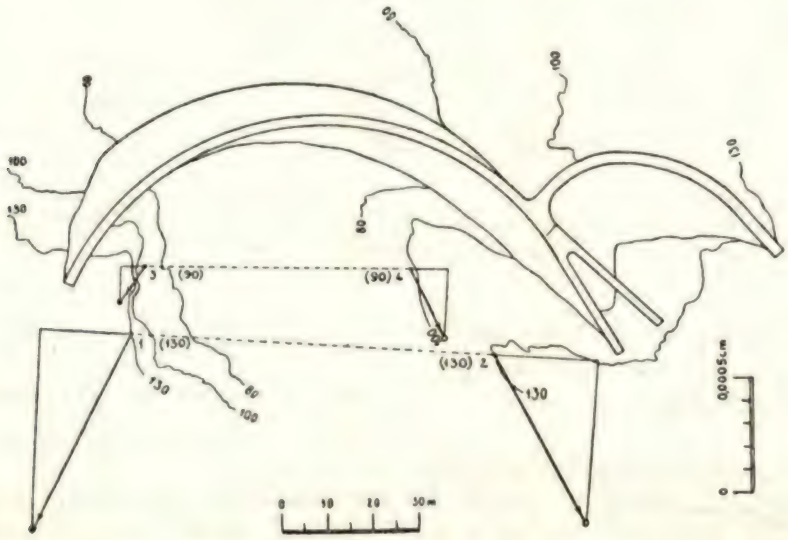


Fig. 20 — Deslocamentos das fundações

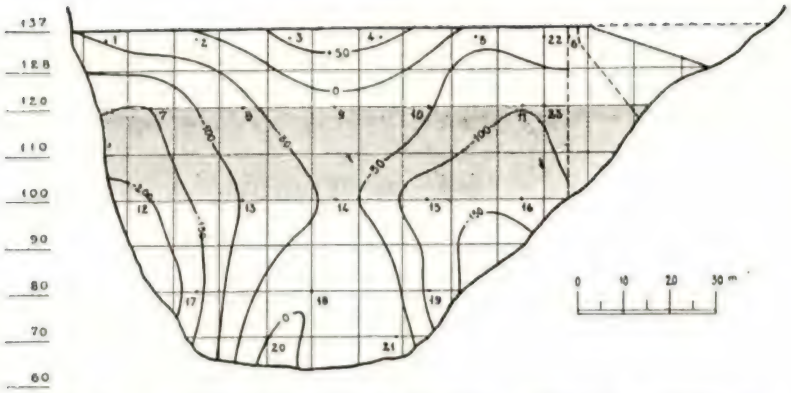


Fig. 21 — Extensões na direcção horizontal. Superfície do mercúrio à cota 120. Paramento de jusante

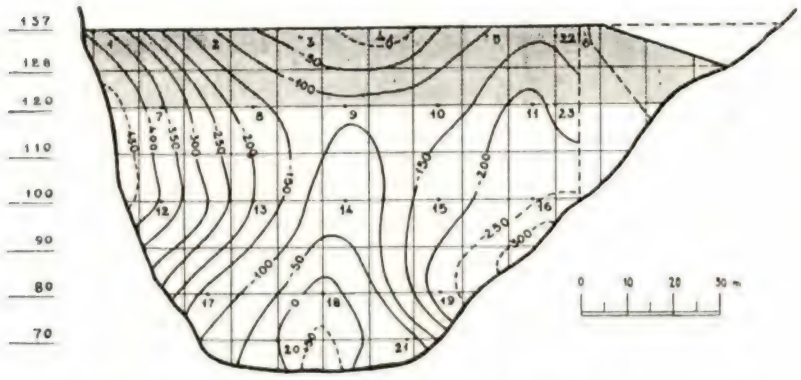


Fig. 22 — Extensões na direcção horizontal. Superfície do mercúrio à cota 137. Paramento de jusante

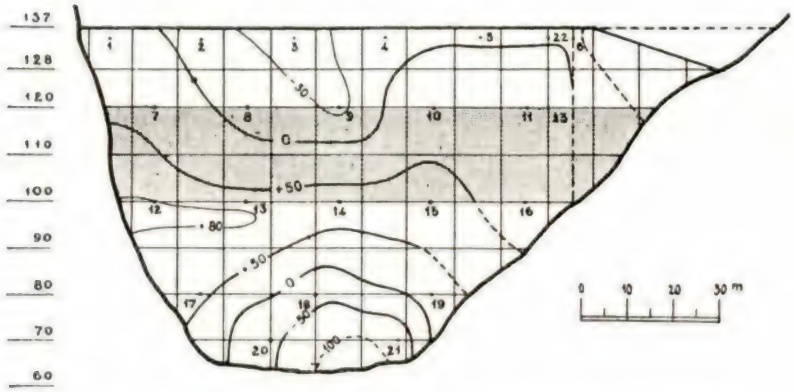


Fig. 23 — Extensões na direcção vertical. Superfície do mercúrio à cota 120. Paramento de jusante

direcção de ε_1, medido no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio.

Obtiveram-se as extensões principais pelo traçado do círculo de Mohr a partir do conhecimento das extensões ε_1, ε_2 e ε_3. Para isso marcaram-se, sobre o eixo dos XX, os segmentos (fig. 29) $\overline{OC} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3}$ e $\overline{OA_1} = \varepsilon_1$ e, sobre uma paralela ao eixo dos YY, o segmento $\overline{A_1 M_1} = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_2}{\sqrt{3}}$; a circunferência com centro em C e passando por M_1 determina sobre o eixo dos XX, dois pontos E' e E'' tais que $\overline{OE'} = \varepsilon'$ e

QUADRO V

Pontos	Extensões horizontais $\varepsilon_1 \times 10^6$		Extensões verticais $\varepsilon_4 \times 10^6$		Extensões a + 60° /. $\varepsilon_2 \times 10^6$		Extensões a — 60° \ $\varepsilon_3 \times 10^6$	
	Cotas da superfície do mercúrio							
	120	137	120	137	120	137	120	137
1	— 13,9	— 123,3	+ 11,1	+ 5,4	— 10,2	— 49,3	+ 20,5	— 4,1
2	— 137,0	— 321,9	+ 13,7	+ 5,4	+ 54,8	— 110,9	+ 2,7	— 41,1
3	+ 27,4	— 102,7	+ 4,5	— 13,0	+ 4,7	— 52 0	+ 15,6	— 18,7
4	— 86,3	— 178,1	— 6,4	— 13,9	— 9,8	— 6,1	— 43,1	— 104,3
5	— 68,5	— 219,8	— 22,8	— 45,4	— 17,3	— 57,5	— 51,1	— 121,3
6	— 21,9	— 109,6	— 10,5	— 54,5	— 15,3	— 79,7	— 113,0	— 56,8
7	— 70,2	— 191,8	— 28,2	— 32,6	— 43,1	— 59,8	— 34,2	— 84,9
8	— 249,3	— 367,1	— 75,1	— 123,3	— 122,2	— 213,7	— 115,0	— 158,9
9	— 95,9	— 171,2	+ 14,7	+ 20,1	— 8,4	— 31,6	— 17,2	— 23,7
10	— 45,2	— 95,9	— 63,9	— 40,0	— 5,6	— 63,0	— 43,8	— 46,5
11	— 340,4	— 575,4	— 102,6	— 41,7	— 137,0	— 198,6	— 137,0	— 151,6
12	— 42,7	— 67,4	— 13,9	+ 24,6	+ 2,7	— 15,7	— 45,2	— 17,8
13	— 143,4	— 260,3	+ 41,1	+ 126,5	+ 5,4	+ 33,8	— 14,2	+ 25,8
14	— 115,3	— 173,5	— 23,2	0	+ 1,3	+ 117,8	— 93,1	— 200,0
15	— 250,7	— 395,9	+ 41,7	+ 183,5	+ 26,3	+ 75,3	— 89,0	0

QUADRO VI

Pontos	Cotas da superfície do mercúrio					
	120			137		
	σ' (kg cm^{-2})	σ'' (kg cm^{-2})	θ	σ' (kg cm^{-2})	σ'' (kg cm^{-2})	θ
1	+ 0,15	— 0,70	107° 30′	+ 0,05	— 3,10	101°
2	— 0,10	— 0,51	136° 30′	— 0,08	— 1,17	104° 45′
3	+ 0,42	— 0,18	176°	+ 0,23	— 0,31	75° 30′
4	+ 0,40	+ 0,02	6°	+ 0,33	+ 0,02	90° 45′
5	— 0,41	— 0,32	76°	+ 0,22	— 1,00	83° 15′
6	— 0,18	— 0,80	105° 30′	+ 0,26	— 0,62	81° 30′
7	+ 0,10	— 1,25	103° 15′	+ 0,58	— 2,85	93° 45′
8	+ 0,09	— 0,42	93° 30′	+ 0,42	— 1,20	80° 30′
9	+ 0,02	— 0,52	142° 30′	+ 0,01	— 0,99	109°
10	+ 0,28	— 0,38	76°	+ 0,83	— 0,95	89° 45′
11	+ 0,09	— 0,83	78° 30′	+ 0,37	— 1,92	90° 30′
12	+ 0,18	— 0,03	91° 30′	+ 0,21	— 3,21	88° 30′
13	+ 0,50	— 1,00	87°	+ 0,75	— 1,75	85°
14	+ 0,62	— 0,26	71° 30′	— 0,81	— 0,55	79° 45′
15	+ 0,42	— 0,96	95°	+ 0,22	— 0,69	101°
16	— 0,11	— 1,26	107°	— 0,16	— 2,33	110°
17	+ 0,25	— 1,64	74° 30′	+ 0,49	— 1,17	69° 30′
18	+ 0,33	— 0,75	142°	+ 0,38	— 0,70	145° 15′
19	+ 0,12	— 1,35	115°	+ 0,04	— 2,13	109° 30′
20	— 0,05	— 0,28	10° 45′	— 0,13	— 0,70	170° 30′
21	+ 0,30	— 1,51	141°	— 0,60	— 1,25	10°
22	+ 0,06	— 0,12	72° 30′	+ 0,11	— 1,20	83°
23	— 0,11	— 0,77	95°	— 0,07	— 1,49	91°

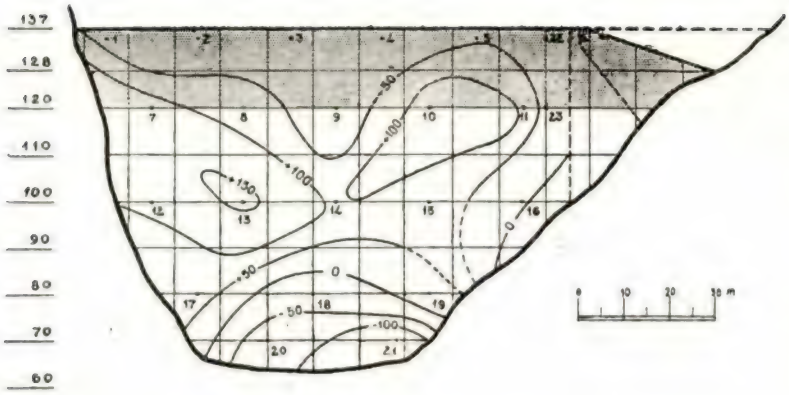


Fig. 24 — Extensões na direcção vertical. Superfície do mercúrio à cota 137. Paramento de jusante

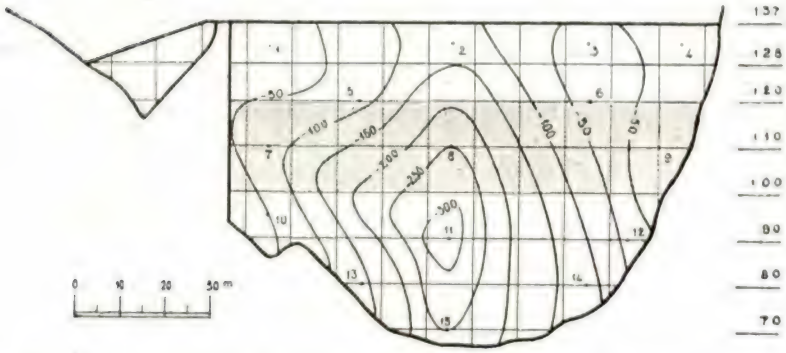


Fig. 25 — Paramento de montante. Extensões na direcção horizontal. Superfície do mercúrio à cota 120

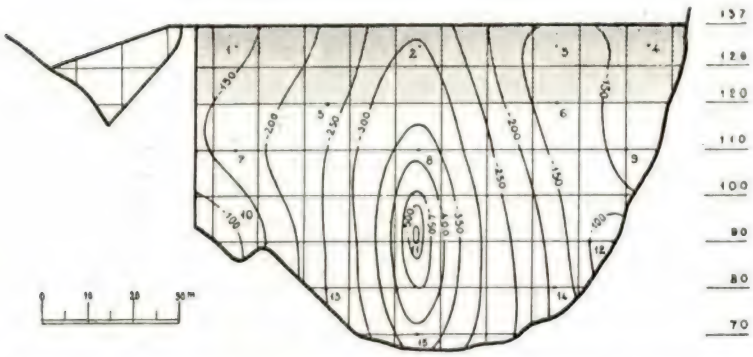


Fig. 26 — Paramento de montante. Extensões na direcção horizontal. Superfície do mercúrio à cota 137

$\overline{OE''} = \varepsilon''$, sendo o ângulo entre a direcção $\overline{CM_4}$ e o eixo dos XX igual a 2θ. Como se fez a medição superabundante da extensão vertical ε_4 foi possível usá-la para compensar as extensões em cada ponto.

Os valores das extensões principais ε' e ε'' e do ângulo θ foram determinados para os 23 pontos das faces de jusante e os 15 pontos da face de montante.

18. **Tensões principais.** — As tensões principais σ' e σ'', desenvolvidas no modelo, foram obtidas a partir das conhecidas equações que as relacionam com as extensões principais:

$$\sigma' = \frac{E_m}{1 - \mu^2} (\varepsilon' + \mu \varepsilon'')$$

$$\sigma'' = \frac{E_m}{1 - \mu^2} (\varepsilon'' + \mu \varepsilon')$$

ENGRENAGENS «CITROEN»

31 Quai de Grenelle — Paris XV°

REDUCTORES E MULTIPLICADORES DE VELOCIDADE, para:

— Máquinas hidráulicas, de vapor
— Motores de explosão
— Compressores, Ventoinhas
— Indústria metalúrgica
— Indústria do cimento
— Indústria química
— Fábricas de papel
— Fábricas de fiação e de tecidos
— Indústria da alimentação
— Indústria da borracha
— Tinturarias

ENGRENAGENS CILÍNDRICAS E CÓNICAS

— de dentes direitos, helicoidais e «à chevrons»

APARELHO DE VERIFICAÇÃO DO PASSO DAS ENGRENAGENS

LIGAÇÕES ELÁSTICAS CITROEN (patente Wellman-Bibby)

— para todas as transmissões de movimento
— 500.000 referências no mundo inteiro com a aplicação destas ligações a mais de 80 milhões de cavalos

BOMBAS CENTRÍFUGAS «BERGERON»

155 Boulevard Haussman — Paris

BOMBAS CENTRÍFUGAS

— Estações elevatórias — Docas — Indústrias diversas
— Alimentação das cidades em água potável
— Evacuação das águas de esgotos

FILTRAGEM E ESTERILIZAÇÃO DAS ÁGUAS

C. Chabal & Cie. — 34 Rue Ampère — Paris 17°

— Distribuição de água potável
— Estudos de redes de esgotos e depuração das suas águas

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA NA AMADORA

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho
AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

MÁQUINAS, EQUIPAMENTO, INSTALAÇÕES

Representantes de:

EMILE HAEFELY & C.ie S. A. — Basileia — Suíça
Transformadores de potência e medida, Condensadores estáticos, Rebobinagem de máquinas eléctricas, Material isolante

SPRECHER & SCHUH, S. A. — Aarau — Suíça
Aparelhagem eléctrica, Disjuntores-Ortojectores

MEIDINGER, S. A. — Basileia — Suíça
Motores e ventiladores eléctricos

BAUME & MARPENT, S. A. — Haine St. Pierre — Bélgica
Material de caminhos de ferro, Pontes, Gasómetros

HEINRICH FLOTTMANN G. m. b. H. — Herne — Alemanha
Equipamento perfurador, Demolidores, Compressores, Martelos

BERKEFELD FILTER GESELLSCHAFT, m. b. H. — Celle — Alemanha
Filtros para água, vinho, óleos. Instalações de depuração e amaciamento de água, desferrização

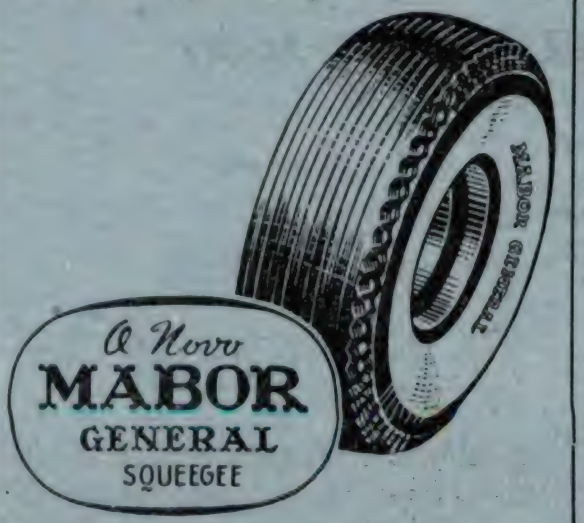
ESCH-WERKE K. G. — Duisburgo — Alemanha
Britadoras, trituradoras, instalações de tratar pedras

W. HARTMANN & C° — Hamburg — Alemanha
Escavadoras, transportadores de fita, Scrapers, Vagonetas, Carris, Aços

THEODOR TILEMANN K. G. — Gevelsberg — Alemanha
Cabos de aço, cadeias, correntes

COMPANHIA PORTUGUESA DO COBRE, S. A. R. L. — Contumil — Porto
Cobre, latão, alumínio e respectivas ligas

Mais quilometragem
Mais comodidade
Mais segurança



SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

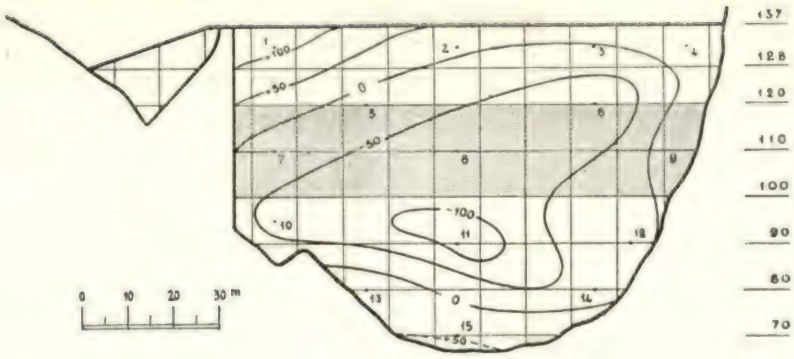


Fig. 27 — Paramento de montante. Extensões na direcção vertical. Superfície do mercúrio à cota 120

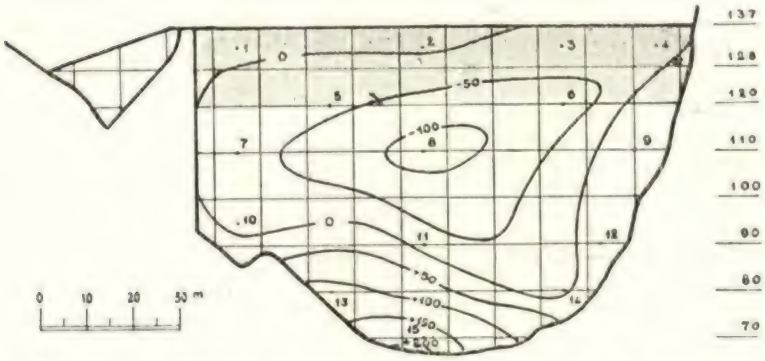


Fig. 28 — Paramento de montante. Extensões na direcção vertical. Superfície do mercúrio à cota 137

onde μ designa o coeficiente de Poisson do material do modelo. Como se viu no artigo 5, é $E_m = 8.000\ kg\,cm^{-2}$ e $\mu = 0{,}22$.

As tensões principais na face de jusante para as cotas de mercúrio 120 e 137 constam do Quadro VI e estão representadas nas fig. 30 e 31. As linhas de igual compressão máxima na face de jusante estão traçadas nas fig. 32 e 33. Nas fig. 34 e 35, estão indicados os valores das tensões principais na face de montante e, nas fig. 36 e 37, as linhas de igual compressão máxima nesta face.

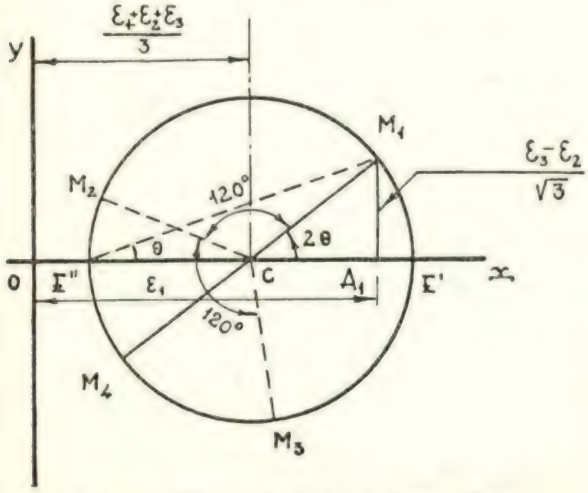


Fig. 29 — Círculo de Mohr das extensões

CÁLCULO DA BARRAGEM

19. **Tensões** ([13]). — A barragem de Santa Luzia tinha sido calculada pelo método dos arcos horizontais independentes, admitindo esses arcos encastrados rìgidamente na fundação da margem direita e no encontro de gravidade da margem esquerda. Foram considerados os efeitos da pressão hidrostática e das variações de temperatura e de humidade do betão.

Os valores das tensões devidas à pressão hidrostática calculadas para o fecho e as nascenças quando a água atinge a cota 137, constam do Quadro VIII.

20. **Deslocamentos.** — Os deslocamentos radiais e tangenciais foram calculados para

QUADRO VII

Pontos	Cotas da superfície do mercúrio					
	120			137		
	σ' (kg cm^{-2})	σ'' (kg cm^{-2})	θ	σ' (kg cm^{-2})	σ'' (kg cm^{-2})	θ
1	+ 0,21	— 0,23	62° 30′	+ 0,11	— 1,32	79° 45′
2	— 0,11	— 1,18	78°	— 0,52	— 2,76	82° 30′
3	+ 0,29	+ 0,03	14°	— 0,08	— 1,10	78°
4	— 0,01	— 0,93	103°	+ 0,03	— 1,28	107° 30′
5	— 0,15	— 0,78	109°	— 0,40	— 2,34	101° 30′
6	— 0,09	— 0,23	80°	— 0,54	— 1,16	78°
7	— 0,27	— 0,72	83° 30′	— 0,31	— 1,98	95°
8	— 0,77	— 2,56	88° 30′	— 1,24	— 3,82	88° 30′
9	+ 0,16	— 0,98	92°	+ 0,18	— 1,76	88° 30′
10	— 0,48	— 0,61	72°	— 0 51	— 0,89	81°
11	— 0,67	— 3,50	90°	— 0,39	— 5,97	87° 30′
12	— 0,09	— 0,49	121°	— 0,24	— 0,64	106°
13	+ 0,44	— 1,48	93° 30′	— 1,29	— 2,67	90° 30′
14	— 0,24	— 1,18	126°	— 0,54	— 2,23	122°
15	+ 0,22	— 1,01	102° 30′	+ 0,83	— 3,06	94° 30′

QUADRO VIII

Cotas dos arcos (m)	Raios médios (m)	Espessura (m)	Angulo ao centro (°)	Tensões (kg cm^{-2})			
				Encontro		Fecho	
				Jusante	Montante	Jusante	Montante
130	58,166	3,667	110	— 14,2	— 5,2	— 7,4	— 11,8
120	57,334	5,333	108	— 29,9	— 5,3	— 11,1	— 23,4
110	56,500	7,000	104	— 42,6	+ 0,1	— 9,8	— 31,2
100	55,667	8,667	104	— 52,0	+ 5,7	— 7,5	— 36,4
90	54,833	10,333	104	— 59,6	+ 11,7	— 4,5	— 40,0
80	54,000	12,000	88	— 70,5	+ 29,4	+ 7,0	— 44,1

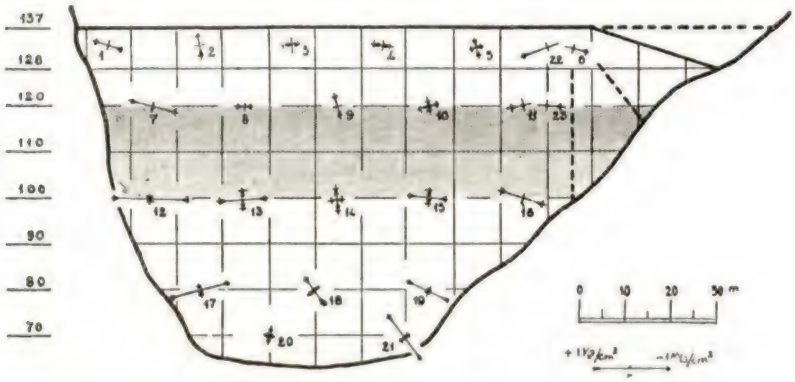


Fig. 30 — Paramento de jusante. Grandeza e direcção das tensões principais. Superfície do mercúrio à cota 120

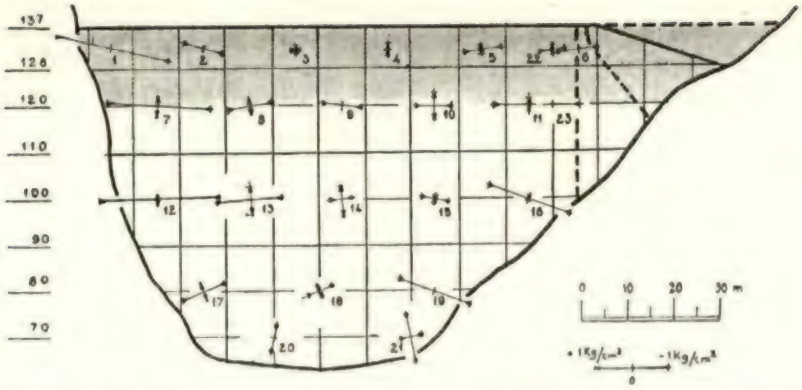


Fig. 31 — Paramento de jusante. Grandeza e direcção das tensões principais. Superfície do mercúrio à cota 137

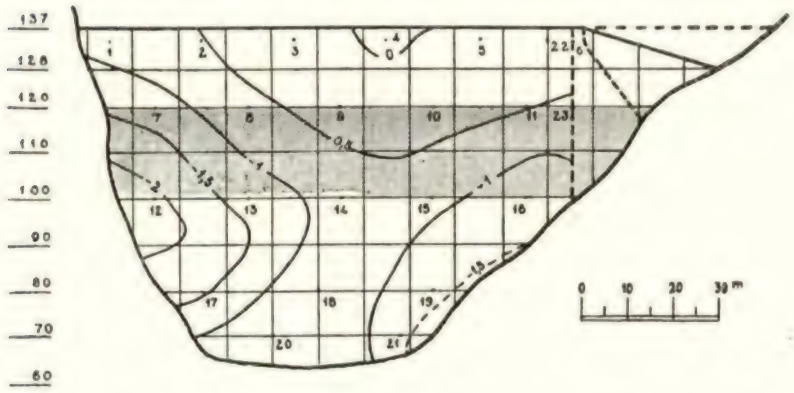


Fig. 32 — Paramento de jusante. Linhas de iguais tensões de compressão. Superfície do mercúrio à cota 120

a pressão hidrostática total e para uma variação uniforme de temperatura, tomando para o módulo de elasticidade do betão o valor de 2×10^5 kg cm^{-2}.

Os valores dos deslocamentos dos arcos às cotas 80, 100, 120 e 137 estão indicados no Quadro IX.

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

21. **Observações no protótipo.** — As medições dos deslocamentos da face de jusante da barragem de Santa Luzia foram feitas pelo método das triangulações geodésicas (*).

As medições de extensões foram efectuadas com extensómetros de corda vibrante do tipo Coyne. Dos extensómetros colocados na barragem sòmente os situados em dois pontos à cota 100 puderam ser utilizados para fins comparativos, pois os restantes estavam montados em pontos singulares da barragem, como, por exemplo, junto da conduta de descarga de fundo e das aberturas do evacuador de cheias Em cada ponto observado, tinham sido instalados três extensómetros constituindo uma roseta equiangular com o plano médio paralelo ao paramento da barragem e distando dele 0,50 m.

No interior da barragem tinham sido também colocados termómetros de resistência.

Efectuaram-se no protótipo medições de deslocamentos nas épocas seguintes:

Outubro de 1 945, com a albufeira à cota 93
Maio de 1 946, com a albufeira à cota 133
Agosto de 1 946, com a albufeira à cota 130
Outubro de 1 946, com a albufeira à cota 108
Maio de 1 947, com a albufeira á cota 137

(*) *Orlando Rodrigues* — Mesures des deplacements de deux barrages portugais par la methode trigonométrique. Troisième Congrès des Grands Barrages. Rap. 64 Stockholm, 1948.

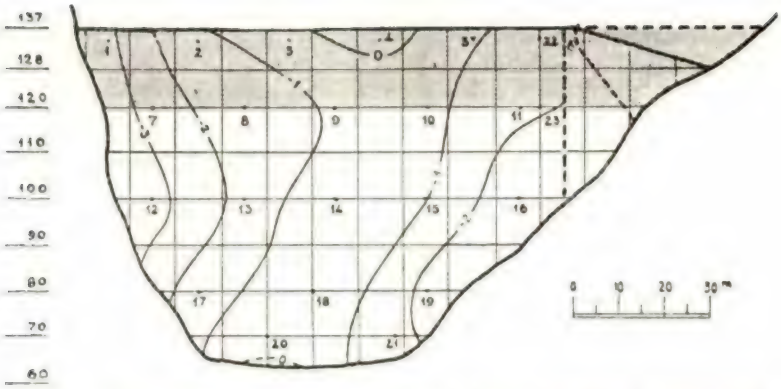


Fig. 33 — Paramento de jusante. Linhas de iguais tensões de compressão. Superfície do mercúrio à cota 137

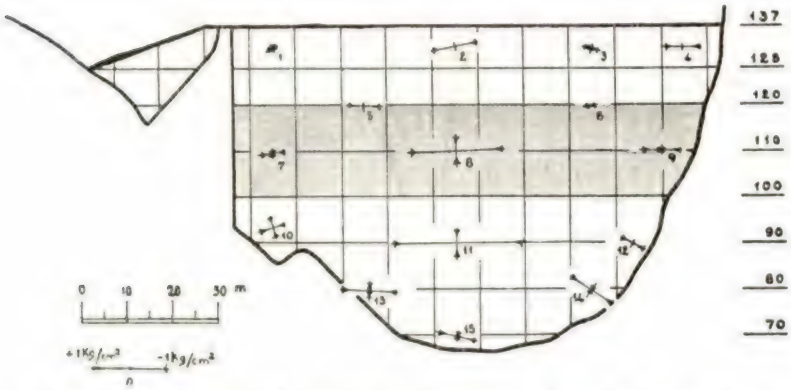


Fig 34 — Paramento de montante. Grandeza e direcção das tensões principais. Superfície do mercúrio à cota 120

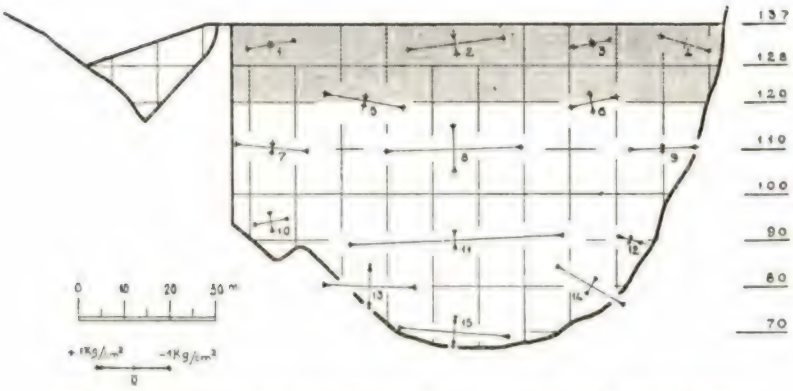


Fig. 35 — Paramento de montante. Grandeza e direcção das tensões principais. Superfície do mercúrio à cota 137

Nas primeiras quatro épocas fizeram-se também observações de extensões e de temperaturas mas na última época não foi possível fazer leituras nem dos extensómetros nem dos termómetros de resistência, visto se ter avariado o único aparelho de medição de que então se dispunha; por isso apenas se empreendeu a comparação entre os deslocamentos e extensões observados no protótipo e no modelo para a variação da

cota da água da albufeira correspondente às duas primeiras épocas de observações, isto é, entre as cotas 93 e 103.

22. **Correcções para as variações de temperatura.** — No período que decorreu entre as épocas em que se desejou comparar os resultados a barragem sofreu um abaixamento de temperatura de 12,5°. Como não foram feitas no modelo medições de deslocamentos e extensões devidas a variações de temperatura, introduziu-se uma correcção nos resultados obtidos com o modelo. Esta correcção foi efectuada supondo que, para um dado ponto, a relação entre os deslocamentos causados pela pressão hidrostática e pelo abaixamento de temperatura, era a mesma quer para os valores calculados analìticamente pelo método dos arcos horizontais independentes quer para os valores observados no modelo. Procedeu-se anàlogamente para a correcção das tensões.

23. **Comparação de deslocamentos.** — Os deslocamentos do protótipo durante o período Outubro de 1945 – Maio de 1946, foram medidos nos perfis A, B, C, D e E, às cotas 95, 115 e 130 (fig. 38).

Como o nível da albufeira na segunda data atingiu apenas a cota 133, os resultados obtidos no modelo para a cota 137 tiveram de sofrer uma correcção. Os valores corrigidos foram depois multiplicados pela relação de semelhança $\rho = 30$, indicada no artigo 6.

No Quadro X faz-se a comparação entre os deslocamentos radiais calculados analìticamente, os fornecidos pelo modelo e os observados no protótipo. Esses deslocamentos encontram-se representados na fig. 39.

Como se pode verificar, os resultados obtidos no modelo concordam satisfatòriamente com os observados no protótipo, com excepção dos referentes ao perfil *E*; esta discrepância pode talvez ser explicada pela

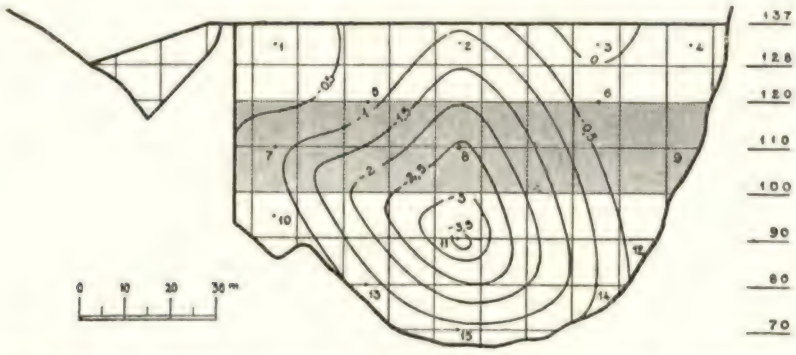


Fig. 36 — Paramento de montante. Linhas de iguais tensões de compressão. Superfície do mercúrio à cota 120

QUADRO IX

Cotas dos arcos (m)	Deslocamentos do fecho			Deslocamentos do ponto 1/4		
	Pressão hidrostática		Variação de temperatura de 1° C	Pressão hidrostática		Variação de temperatura de 1° C
	Radiais (mm)	Tangenciais (mm)	Radiais (mm)	Radiais (mm)	Tangenciais (mm)	Radiais (mm)
137	0	0	— 0,77	0	0	— 0,43
120	+ 14,5	0	— 0,73	+ 7,0	± 1,15	— 0,40
100	+ 11,5	0	— 0,64	+ 6,5	∓ 1,60	— 0,37
80	+ 8,0	0	— 0,40	+ 4,5	∓ 0,90	— 0,24

QUADRO X

Perfil	Cotas	Deslocamentos radiais (mm)						
		Cálculo		Modelo		Comparação de resultados		
		Pressão hidrostática	Temperaturas	Pressão hidrostática	Temperaturas	Cálculo	Modelo	Protótipo
A	80	+ 3,0	+ 2,5	+ 1,8	+ 1,5	+ 5,5	+ 3,3	—
	95	—	—	—	—	—	—	+ 4,8
	100	+ 5,3	+ 3,5	+ 3,5	+ 2,3	+ 8.8	+ 5,8	—
	115	—	—	—	—	—	—	+ 5,8
	120	+ 6,8	+ 4,7	+ 3,8	+ 2,6	+ 11,5	+ 6,4	—
	130	—	—	—	—	—	—	+ 3,0
	137	0	+ 6,0	+ 0,3	+ 3,3	—	+ 3,6	—
B	80	+ 6,2	+ 4,4	+ 4,2	+ 3,0	+ 10,6	+ 7,2	—
	95	—	—	—	—	—	—	—
	100	+ 8,8	+ 6,7	+ 6,6	+ 5,0	+ 15,5	+ 11,6	—
	115	—	—	—	—	—	—	+ 13,2
	120	+ 11,7	+ 8,2	+ 7,5	+ 5,3	+ 19,9	+ 12,8	—
	130	—	—	—	—	—	—	+ 10,0
	137	0	+ 9,0	+ 5,1	+ 5,8	—	+ 10,9	—
C	80	+ 7,2	+ 5,0	+ 5,1	+ 3,5	+ 12,2	+ 8,6	—
	95	—	—	—	—	—	—	+ 13,8
	100	+ 11,4	+ 8,0	+ 7,5	+ 5,3	+ 19,4	+ 12,8	—
	115	—	—	—	—	—	—	+ 19,0
	120	+ 14,5	— 9,1	+ 11,4	+ 7,2	+ 23,6	+ 18,6	—
	130	—	—	—	—	—	—	+ 17,1
	137	0	+ 9,6	+ 8,4	+ 7,6	—	+ 16,0	—
D	80	+ 3,6	+ 2,5	+ 3,3	+ 2,3	+ 6,1	+ 5,6	—
	95	—	—	—	—	—	—	—
	100	+ 10,0	+ 7,5	+ 6,3	+ 4,7	+ 17,5	+ 11,0	—
	115	—	—	—	—	—	—	+ 14,8
	120	+ 11,1	+ 7,9	+ 9,3	+ 6,6	+ 19,0	+ 15,9	—
	130	—	—	—	—	—	—	+ 16,1
	137	0	+ 8,4	+ 7,5	+ 7,0	—	+ 14,5	—
E	80	+ 0,2	+ 0,2	+ 1,2	+ 0,5	+ 0,4	+ 1,7	—
	95	—	—	—	—	—	—	+ 8,3
	100	+ 6,0	+ 4,5	+ 3,6	+ 2,7	+ 10,5	+ 6,3	—
	115	—	—	—	—	—	—	+ 15,2
	120	+ 6,3	+ 4,7	+ 6,6	+ 4,5	+ 11,0	+ 11,1	—
	130	—	—	—	—	—	—	+ 16,8
	137	0	+ 4,7	+ 4,5	+ 4,9	—	+ 9,4	—

QUADRO XI

Pontos	Extensões principais					
	Modelo			Protótipo		
	$\varepsilon' \times 10^6$	$\varepsilon'' \times 10^6$	θ	$\varepsilon' \times 10^6$	$\varepsilon'' \times 10^6$	θ
12	+ 34	— 122	88° 30′	+ 93	— 172	76°
16	+ 13	— 87	110°	+ 77	— 192	116°

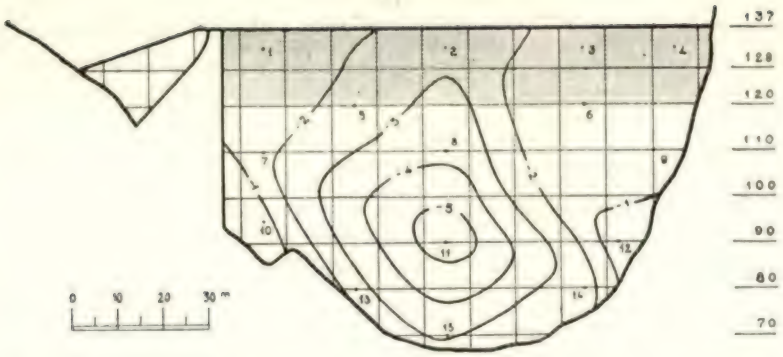


Fig. 37 — Paramento de montante. Linhas de iguais tensões de compressão. Superfície do mercúrio à cota 137

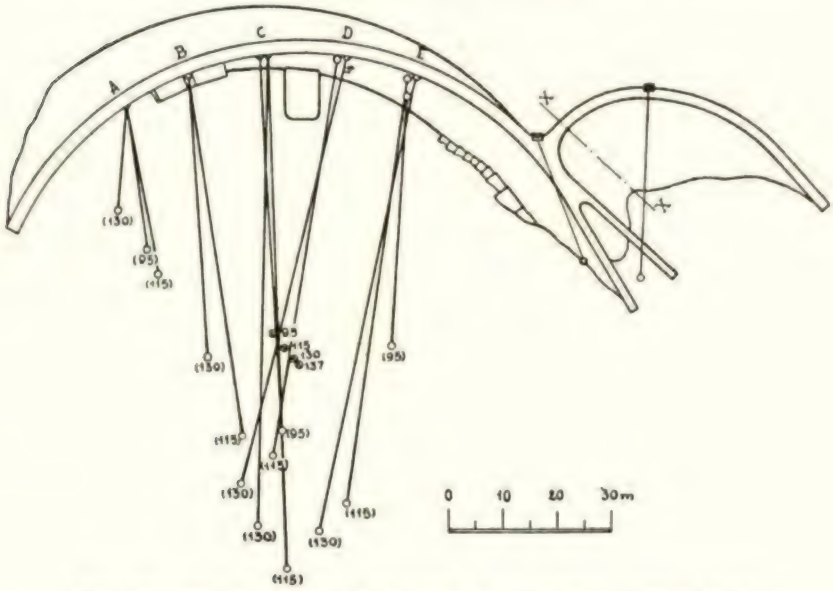


Fig. 38 — Deslocamentos horizontais do protótipo, sofridos desde Outubro de 1945 a Maio de 1946

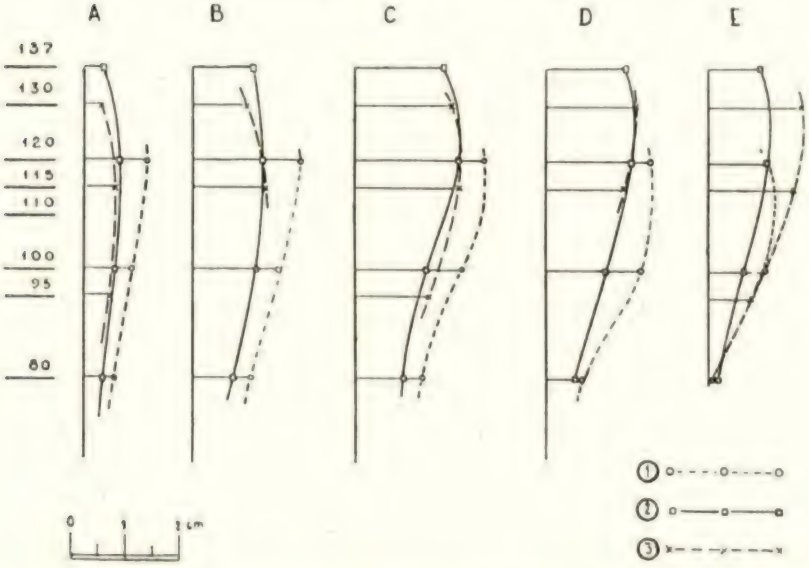


Fig. 39 — Comparação de deslocamentos radiais: 1 — Calculados ; 2 — Obtidos a partir do modelo ; 3 — Medidos no protótipo

existência no protótipo da junta XX (fig. 38) que abre apreciàvelmente quando se dá o enchimento da albufeira.

Os deslocamentos tangenciais e verticais foram também comparados não sendo porém a concordância dos resultados tão perfeita.

24. **Comparação de tensões.** — Os dois pontos da barragem à cota 100 onde estão instalados os extensómetros de corda vibrante correspondem aos pontos 12 e 16 da face de jusante do modelo. No Quadro XI estão indicadas as extensões e direcções principais observadas nestes pontos no protótipo e no modelo, tendo as extensões dadas pelo modelo sido multiplicadas pela relação de semelhança $\rho_1 = 0{,}3$.

Baseados nestes valores, calcularam-se as tensões no arco com o fim de as comparar com as tensões calculadas analìticamente. Os valores obtidos para o modelo foram corrigidos conforme foi indicado no artigo 22.

No quadro XII apresentamos a comparação desses resultados.

ciado pela assimetria e pelos deslocamentos da barragem de gravidade. A influência da assimetria sobre os deslocamentos tangenciais é muito acentuada nos arcos superiores da barragem.

A distribuição de tensões está de acordo com a assimetria da estrutura, sendo as tensões medidas a jusante junto da margem direita, superiores às medidas na margem esquerda. Verifica-se, contudo, que o andamento geral dessa distribuição, em especial a uma certa distância do encontro gravidade, está de acordo com os andamentos obtidos noutros ensaios de modelos citados no artigo 2.

26. **Comparação dos resultados observados no modelo e no protótipo.** — Os deslocamentos radiais determinados a partir do modelo concordam com os obtidos nas observações do protótipo, enquanto que os deslocamentos calculados analìticamente, pelo método dos arcos horizontais independentes, são bastante diferentes.

QUADRO XII

Pontos	Tensões (kg cm−2)						
	Cálculo		Modelo		Comparação de resultados		
	Pressão hidrostática	Temperatura	Pressão hidrostática	Temperatura	Cálculo	Modelo	Protótipo
12	— 50,5	— 11,8	— 23,4	— 5,4	— 62,3	— 28,8	— 31,5
16	— 47,0	— 11,0	— 16,8	— 4,0	— 58,0	— 20,8	— 35,2

A análise desse quadro mostra que há uma concordância muito mais satisfatória, em especial para o ponto 12, entre os resultados observados no modelo e no protótipo do que entre estes e os calculados analìticamente. A discrepância no ponto 16 entre as tensões observadas no modelo e no protótipo deve-se, provàvelmente, à existência da junta XX.

CONCLUSÕES

25. **Observações no modelo.** — Os diagramas dos deslocamentos mostram que o comportamento de barragem é muito influen-

As direcções das tensões principais no protótipo e no modelo também concordam satisfatòriamente nos dois pontos onde foi possível fazer a comparação. A grandeza das tensões horizontais observadas no protótipo concorda muito melhor com as obtidas a partir do modelo do que com as calculadas analìticamente.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível devido à cooperação e ajuda financeira da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos e do Instituto para a Alta Cultura.

Na preparação deste trabalho foi valiosa a colaboração do Engenheiro Pedro Nunes, que superintendeu na construção do modelo, e dos Engenheiros João M. Dores e António F. da Silveira, que fizeram grande parte dos cálculos analíticos. Na preparação e construção de todas as montagens necessárias, foi também valioso o auxílio prestado pelo Sr. Manuel F. Duarte.

REFERÊNCIAS

(1) Arch Dam Investigations - Reports by Committee, Vol. I, II and III, Engineering Foundation.

(2) Loc. Cit. Vol. III, pg. 13-14.

(3) J. Anclair - « Les études expérimentales de l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles des Constructions » - Recherches et Inventions, 17r Année. N.º 265, Nov.-Déc. 1 936, Paris.

(4) « Model Tests of Boulder Dam » - Boulder Canyon Project - Final Reports, Bureau of Reclamation. Bulletin 3.

(5) Karpov and Templin - « Model of Calderwood Arch Dam », Transactions, Am. Soc. C. E., 1 935, Paper N.º 1 895.

(6) H. N. Hill - « Some Experiences in Experimental Stress Determination at the Aluminum Research Laboratories » - Proceedings, Soc. for Experimental Stress Analysis, Vol. II, N.º 1, Pg. 18, Boston, Mass., 1 944.

(7) Guido Oberti - « Resultati di studi sperimentali eseguiti sopra un modello di diga ad arco recentemente costruita » - L'Energia Elettrica - Gennaio 1 940, Milano, pg. 11.

(8) Guido Oberti - « Studio sperimentale delle dighe » - Nuove Ricerche nelle Costruzioni Civili - pg. 92, Edizioni della Bussola, 1 946, Roma.

(9) Reference 4, pg. 31.

(10) A. Coyne - « Quelques résultats d'auscultation sonore ». Annales de l'Inst. Tech. du Bât. et Trav. Publics, Juillet, Août 1 938.

(11) R. S. Jerret - « The Acoustic Strain Gauge ». Journal of Scientific Instruments, Vol. 22, N.º 2, February 1 945.

(12) E. Torroja e José Petrirena - « Sobre los errores de la medida de las deformaciones en el interior de los macizos por aplicacion de la teoria de las cuerdas vibrantes », XIV Congreso, Associacion Espanola para el Progreso de las Ciencias, 1 934.

(13) José Pinto Machado - « Notas sobre o aproveitamento hidro-eléctrico de Santa Luzia », Revista da Ordem dos Engenheiros, N.º 9, Maio/Junho, 1 944, Lisboa.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Biblioteca da A. E. I. S. T.

Transcreve-se a seguir parte do Relatório da Direcção da Biblioteca, correspondente ao ano de 1949-50. Justifica-se a sua inclusão nas páginas da «Técnica» porque, por Regulamento, os seus Assinantes são leitores da Biblioteca.

Um facto se apresentou de capital importância e com ele abrimos o presente Relatório: foi a criação da Secção da Biblioteca. Separando-se orgânicamente da «Técnica» continuando, no entanto, estreitamente ligada a ela, criaram-se condições de desenvolvimento que até aí não tinham existido.

A atestar esta afirmação está toda a actividade que a seguir se descrimina:

1) Temos o ficheiro dos livros e folhetos técnicos classificado decimalmente, com 1 800 fichas.
2) O ficheiro de artigos de revista demorará alguns anos a completar; as revistas que se recebem mensalmente classificam-se logo e a pouco e pouco fazemos as fichas das revistas menos recentes.
3) Regularizámos, no sentido de maior aproveitamento, o serviço de permuta com a «Técnica», e aumentámos o número de revistas recebidas.
   Pedimos revistas e catálogos de material a casas industriais.
4) Com vista a aumentar o número de livros escrevemos para Escolas Superiores, para onde se enviava já a «Técnica» e assim conseguimos muitos livros, com a promessa de os irmos recebendo à medida que forem sendo publicados.
5) Fizemos a proposta de publicar notas críticas sobre os livros que nos enviassem, a 3 casas editoras estrangeiras.
6) Como em todos os anos, escrevemos aos editores portugueses sugerindo a oferta de livros de carácter cultural, mas esta iniciativa não teve êxito.

Toda a actividade de aumento da existência da Biblioteca se resume nos seguintes números:

Recebemos actualmente 120 publicações periódicas.
Durante o ano entraram:
Revistas: 488 permutadas, 279 oferecidas;
Folhetos técnicos: 13 permutados, 89 oferecidos;
Livros técnicos: 33 comprados ou permutados, 64 oferecidos;
Livros culturais: 19 comprados, 26 oferecidos por 5 sócios.

Dispendemos 798$00 em livros técnicos e 612$00 em livros culturais; em fichas, requisições e etiquetas gastámos 438$40; de aluguer de livros e cultura geral e de multas quando os livros entraram fora do prazo, recebemos 769$50.

Empréstimo de livros: mantivemos durante todo o ano, exceptuando 2 meses nas férias grandes, uma hora, das 12 h às 13 h, para empréstimo e entrega de livros.

Para os Assinantes o prazo é de 6 ou 14 dias conforme o livro é mais ou menos consultado.

Verificámos que, durante o ano, cerca de 250 sócios requisitaram 2 160 livros e revistas, não incluindo as renovações, assim descriminadas: 750 livros técnicos, 515 livros culturais, 895 revistas.

Nota final

De toda a actividade de um ano, ficou-nos a certeza de que os sócios da A. E. I. S. T. já estão considerando a sua Biblioteca como uma realidade.

É para nós motivo de satisfação registar este facto, pois pensamos que só utilizando os serviços da Biblioteca e contribuindo para o seu desenvolvimento com qualquer iniciativa é que os sócios dão ânimo ao progresso da Secção.

A Direcção da Biblioteca

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

PRODUTOS
DYRUP

TINTAS E VERNIZES
TIPO AMERICANO

FÁBRICA DE
TINTAS DE SACAVÉM
S. A. R. L.

SACAVÉM—PORTUGAL

TEL. { SACAVÉM 105
LISBOA 42651 42156

Companhia União Fabril
Sede: Rua do Comercio, 49
LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL
DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

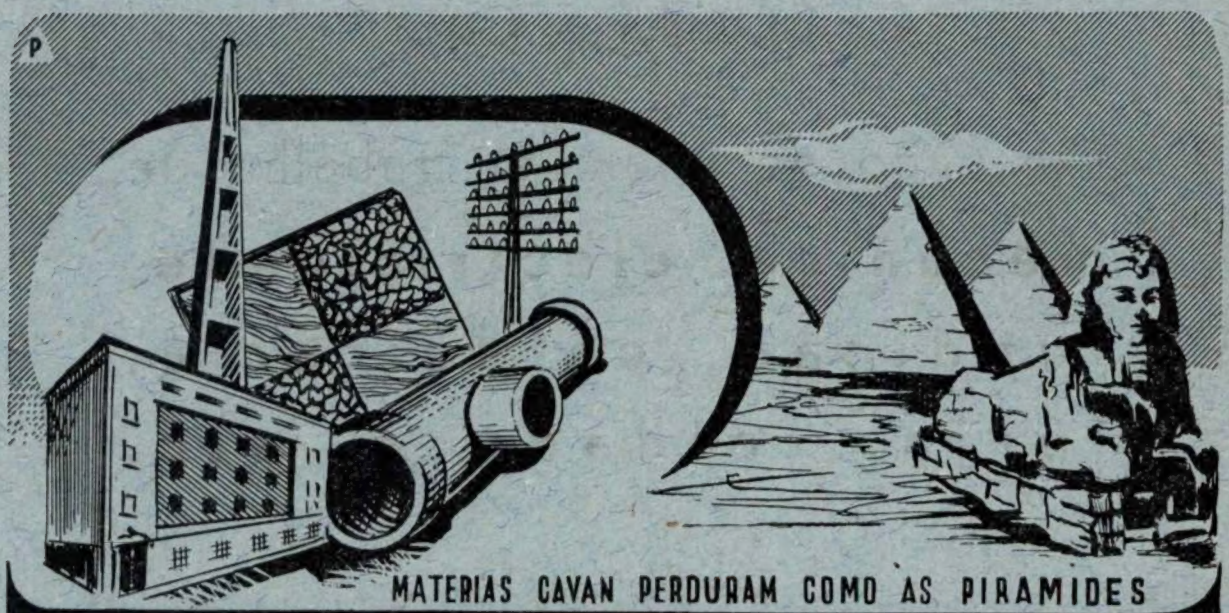
Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval
(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica



MATERIAS CAVAN PERDURAM COMO AS PIRAMIDES

Sociedade Portuguesa Cavan

R. D. ESTEFÂNIA, 42 ~ TELEF. 47812-50129 ~ LISBOA E PORTO